Ente Nazionale per l'Aviazione Civile

AEROPORTO CIVILE DI LAMEZIA TERME (CZ)

LOTTO L1 - Sviluppo aerostazione passeggeri CUP: H84G22000030009
LOTTO L2 - Interventi per la security e la digitalizzazione CUP: H86I22000390002
LOTTO L6 - Potenziamento delle reti di sottoservizi e impianti tecnologici CUP: H84G22000060009

PROGETTO ESECUTIVO

LOTTO L2

BAGGAGE HANDLING SYSTEM (B.H.S.)

Relazione tecnica strutture nuovo impianto di smistamento bagagli

GRUPPO DI PROGETTAZIONE Raggruppamento Temporaneo di Professionisti	TECHNITAL	ETS Engineering and Technical Services S.p.A.
	Direttore Tecnico e Responsabile integrazione prestazioni specialistiche: ing. Filippo Busola Geologia: dott. Emanuele Fresia Progettazione idraulica: ing. Alessandro Cacciatori Project Manager: ing. Emanuela Perina CSP: arch. Elisabeth Foroni	Direttore Tecnico: ing. Giambattista Parietti Progettazione Specialistica Impianti: ing. Marco Bergami p.i. Daniele Togni ing. Enrico Facchinetti
AERTEC	VALLE 3.0	incide
Direttore tecnico: ing. Aeronautico Carlos Berenguer López Responsabile sistemi di trasporto: ing. Pedro Tena Calderón	Direttore tecnico: arch. Emanuela Valle Progettazione architettonica: arch. Maria Camilla Valle arch. Leonardo Giovannozzi	Direttore tecnico e progettazione strutturale: ing. Gianluca Vallerini Coordinatore progettazione strutture: ing. Matteo Pagnozzi

CODICE ELABORATO								REVISIONE		
Fase	Lotto	Ambito	Disciplina	Tipo	Numero	Rev	Scala	Id.	Data	Descrizione
E	L2	00	TRA	RE	02	A		A	Febbraio 2025	Emissione
								B		
								C		
								D		
NOME FILE: AI015P-E-L2-00-TRA-RE-02-A.docx								**REDAZIONE:**	G. Locatelli ETS	

Visto del Committente: Società Aeroportuale Calabrese S.p.A.

INTERVENTO FACENTE PARTE DEL Contratto Istituzionale di Sviluppo "CIS VOLARE"	IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: ing. Ferdinando Saracco	IL POST HOLDER DI AREA: OPERATIONAL SERVICES MANAGER: Emilio Parrilla PASSENGER EXPERIENCE MANAGER: Sabrina Mileto PH PROGETTAZIONE: Ferdinando Saracco

Approvazione **ENAC:**

INDICE

1. DESCRIZIONE 3
2. NORME DI PROGETTO 4
2.1. Norme generali 4
2.2. Ipotesi di carico 4
2.3. Caratteristiche dei materiali 4
2.4. Normativa per costruzioni in cemento armato e metalliche 4
2.5. Normativa per costruzioni in zona sismica 5
3. MATERIALI 6
4. PARAMETRI SISMICI 7
4.1. Sicurezza e prestazioni attese 7
4.2. Pericolosità sismica del sito 7
5. ANALISI DEI CARICHI 10
5.1. Carichi permanenti strutturali 10
5.2. Carichi permanenti non strutturali 10
6. COMBINAZIONI DI CARICO 11
7. MODELLO DI CALCOLO E CRITERI DI MODELLAZIONE 13
8. AZIONI SOLLECITANTI ZONA A 14
9. AZIONI SOLLECITANTI ZONA b 15
10. VERIFICHE ZONA A 16
10.1. Verifica pilastro HEB240 17
10.2. Verifica trave IPE300 19
10.3. Verifica trave IPE360 20
10.4. Verifica trave IPE200 21
10.5. Verifica spostamenti 24
10.6. Verifica connessione alla base pilastro 26
10.7. Verifica connessione montante – travi – controventi 28
10.8. Verifica connessione trave - binario 39
11. VERIFICHE ZONA B 46
11.1. Verifica pilastro HEB200 47
11.2. Verifica trave IPE240 49
11.3. Verifica trave IPE120 50
11.4. Verifica spostamenti 52
11.5. Verifica connessione alla base pilastro 54
11.6. Verifica connessione montante – travi 56

1. DESCRIZIONE

L'intervento in oggetto consiste nella realizzazione di una nuova struttura in acciaio per il sostegno del sistema di smistamento dei bagagli.
Nel caso in esame, sono state individuate due porzioni distinte che fungeranno da supporto alle linee aeree del BHS: una è all'interno del capannone dedicato ai caroselli di smistamento bagagli per il caricamento sui carrelli e prevede il sostegno delle linee aeree e della linea sorter, l'altra è nel reparto BHS all'interno dell'edificio aerostazione e prevede il sostegno del tratto rettilineo diretto verso il capannone esterno, in corrispondenza del corridoio di collegamento tra esterno ed interno, in modo tale da consentire il sottostante transito di uomini e mezzi.
Ognuna delle porzioni prevista è stata considerata singolarmente anche dal punto di vista strutturale.
Per tutte le altre linee sin prevede che i sostegni siano di tipo standard con appoggio a pavimento e quindi inclusi nella fornitura del sistema dei nastri di trasporto.

La porzione più grande (di seguito, zona A), all'interno del capannone dedicato ai caroselli, è realizzata con montanti HEB240 e travi IPE300 e IPE360. Inoltre, saranno installati profili IPE200 lungo lo sviluppo del BHS per consentirne il fissaggio.
Sono previsti controventi di piano e verticali realizzati mediante profili L120x15.
La struttura è collegata a terra con piastre di base fissate alla platea in c.a. mediante barre filettate.

La porzione più piccola (di seguito, zona B), all'interno dell'edificio aerostazione, è realizzata con montanti HEB200 e travi IPE240. Inoltre, verranno installati profili IPE120 lungo lo sviluppo del BHS per consentirne il fissaggio.
La struttura è collegata a terra con piastre di base fissate alla platea in c.a. mediante barre filettate.

2. NORME DI PROGETTO

2.1. Norme generali

- D.M. 17 gennaio 2018: “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare n. 7 del 21 Gennaio 2019: Istruzioni per l'applicazione dell' ”Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 Gennaio 2018.

2.2. Ipotesi di carico

- "Ipotesi di carico sulle costruzioni" di cui alle Norme C.N.R. - UNI 10012/67;
- D.M. 16 gennaio 1996: Norme tecniche relative ai “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”
- Circolare n. 156 AA.GG./STC del 4 luglio 1996: Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” di cui al D.M. 16 gennaio 1996;

2.3. Caratteristiche dei materiali

- "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" di cui al D.M. 3 giugno 1968 del Min. dei LL.PP. e successive modifiche ed integrazioni;
- "Prove di aderenza su barre di acciaio ed aderenza migliorata di cui alle norme C.N.R. - UNI 10020/71;
- "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici" di cui alla Legge n° 595 del 26 maggio 1965;
- "Norme dei requisiti di accettazione e modalità di prove degli agglomerati cementi e delle calci idrauliche" di cui al D.M. 31 agosto 1972 del Min. LL.PP.;
- UNI 8520: Aggregati per confezione calcestruzzi – Definizione, classificazione e caratteristiche;
- UNI 5744: Rivestimenti metallici protettivi a caldo. Rivestimenti di zinco ottenuti per immersione;
- UNI EN 10025: Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali – Condizioni tecniche di fornitura;
- UNI EN 10020: Definizione e classificazione dei tipi di acciaio;
- UNI EN 10027: Sistemi di designazione degli acciai;

2.4. Normativa per costruzioni in cemento armato e metalliche

- Legge n. 1086 del 5/11/1971: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10025-84 del 14 dicembre 1984: Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- D.M. Min. LL.PP. 3 dicembre 1987: Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;
- Circolare Min. LL.PP. 16 marzo 1989, n° 31104: Istruzioni in merito alle “Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate”;

- Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18 aprile 1985: Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- D.M. 14 febbraio 1992: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- Circolare Min. LL.PP. 24 giugno 1993 n. 37406/STC: Legge 5 novembre 1971 n. 1086. Istruzioni relative alle "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 14 febbraio 1992;
- D.M. del 9 gennaio 1996: Norme tecniche per il calcolo ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- Circolare n. 252 del 15 ottobre 1996: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 9 gennaio 1996;
- UNI-EN 1992-1-1:2005 - Eurocodice 2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo.
- UNI-EN 1993-1-1:2005 – Eurocodice 3: Progettazione delle strutture in acciaio.

2.5. Normativa per costruzioni in zona sismica

- Legge n. 64 del 2/2/1974: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. Min. LL.PP. 3 marzo 1975 n. 40: "Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- D.M. del 24/1/1986: Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche.
- Circolare n. 65 del 10 aprile 1997: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16 gennaio 1996.
- Ordinanza Presidente Consiglio Ministri 20 marzo 2003 n. 3274: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" modificata e integrata ai sensi dell'Ordinanza Presidente Consiglio Ministri 2 ottobre 2003 n. 3316
- D.P.C.M. 21 ottobre 2003: Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4, dell'Ordinanza Presidente Consiglio Ministri 20 marzo 2003 n. 3274 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- Ordinanza Presidente Consiglio Ministri 28 aprile 2006 n. 3519: "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone";
- D.M. 16 Gennaio 1996: Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- UNI-EN 1991-1-1:2004 - Eurocodice 1: Azioni sulle strutture;
- UNI-EN 1998-1:2005 - Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica;

3. MATERIALI

ACCIAI laminati a caldo con profili a sezione aperta piani e lunghi				DM 17.01.2018
	Classe	**S 275**		
Coefficiente di sicurezza				
per resistenza Sezioni di Classe 1-2-3-4	γ_{M0} =	**1.05**	-	§ 4.2.4.1.1
per instabilità delle membrature	γ_{M1} =	**1.05**	-	§ 4.2.4.1.1
per instabilità delle membrature di ponti stradali e ferroviari	γ_{M1} =	**1.10**	-	§ 4.2.4.1.1
per resistenza a frattura di sezioni tese (indebolite dai fori)	γ_{M2} =	**1.25**	-	§ 4.2.4.1.1
Resistenza caratteristica di snervamento (t ≤ 40 mm)	f_{yk} =	**275**	MPa	§ 4.2.1.1
Resistenza caratteristica di rottura (t ≤ 40 mm)	f_{tk} =	**430**	MPa	§ 4.2.1.1
Resistenza caratteristica di snervamento (40 mm < t ≤ 80 mm)	f_{yk} =	**255**	MPa	§ 4.2.1.1
Resistenza caratteristica di rottura (40 mm < t ≤ 80 mm)	f_{tk} =	**410**	MPa	§ 4.2.1.1
Per le zone dissipative si applicano le seguenti regole addizionali:				
Rapporto di incrudimento caratteristico	$(f_t/f_y)_k$ >	**1.10**	-	§ 11.3.4.9
Allungamento a rottura	A_5 ≥	**20%**	-	§ 11.3.4.9
Tensione di snervamento media	f_{ymedia}/f_{yk} <	**1.20**	-	§ 11.3.4.9
Modulo di elasticità	E_s =	**210000**	MPa	-
Coefficiente di Poisson	ν =	**0.3**	-	-
Modulo elastico tangenziale	G =	**80769.2**	MPa	-
Coefficiente di dilatazione termica	α =	**1.20E-05**	1/°C	§ 3.5.7
Densità volumica	ρ =	**7850**	kg/mc	§ 3.1.2

4. PARAMETRI SISMICI

4.1. Sicurezza e prestazioni attese

VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Tipo di costruzione	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	V_N =	100 anni
Classe d'uso	IV	C_U =	2
Periodo di riferimento	$V_R = V_N \cdot C_U$ =	V_R =	200 anni

4.2. Pericolosità sismica del sito

L'Ordinanza del PCM n.3519/2006 suddivide il territorio nazionale in 4 zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido o pianeggiante con probabilità del 10% di essere superata in 50 anni. Nella fattispecie il sito ricade in:

Coordinate topografiche del sito: LONG. 14.75293 LAT. 40.67392

Zona sismica	Descrizione	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [a_g]	Accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme tecniche) [a_g]	Numero di comuni con territori ricadenti nella zona (*)
1	Pericolosità sismica alta	$0.25 < a_g \leq 0.35$ g	0.35 g	740
2	Pericolosità sismica medio-alta	$0.15 < a_g \leq 0.25$ g	0.25 g	2,367
3	Pericolosità sismica medio-bassa	$0.05 < a_g \leq 0.15$ g	0.15 g	3,014
4	Pericolosità sismica bassa	$a_g \leq 0.05$ g	0.05 g	1,788

(*): I territori di alcuni comuni ricadono in zone sismiche diverse

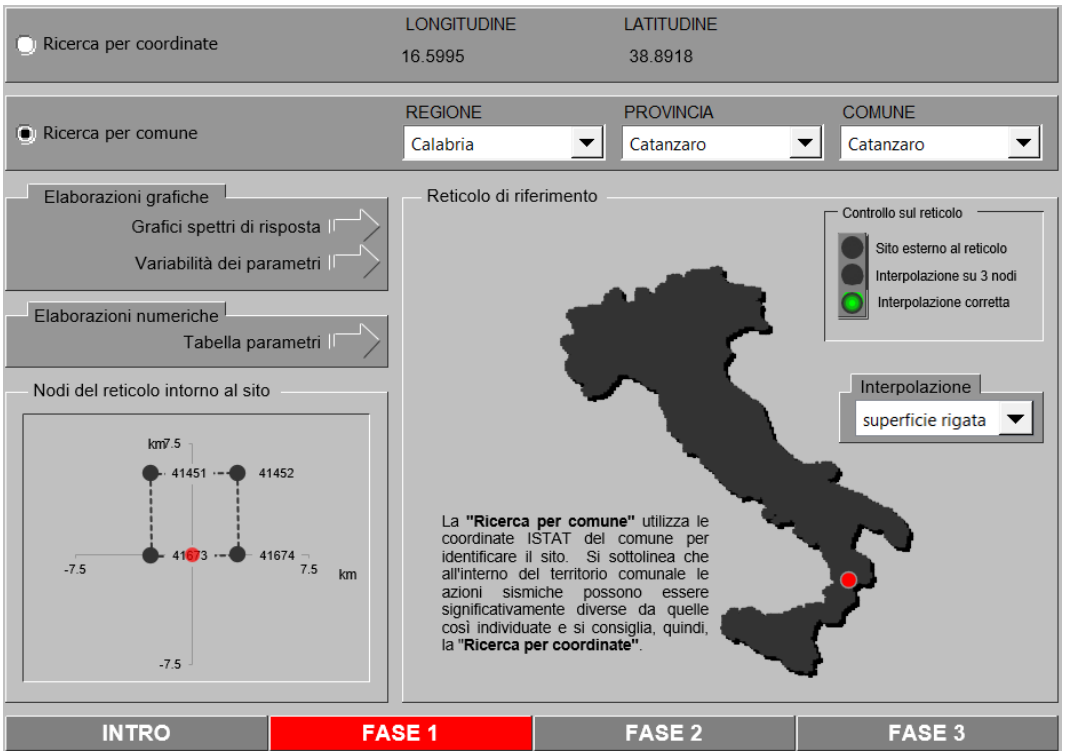
AZIONE SISMICA

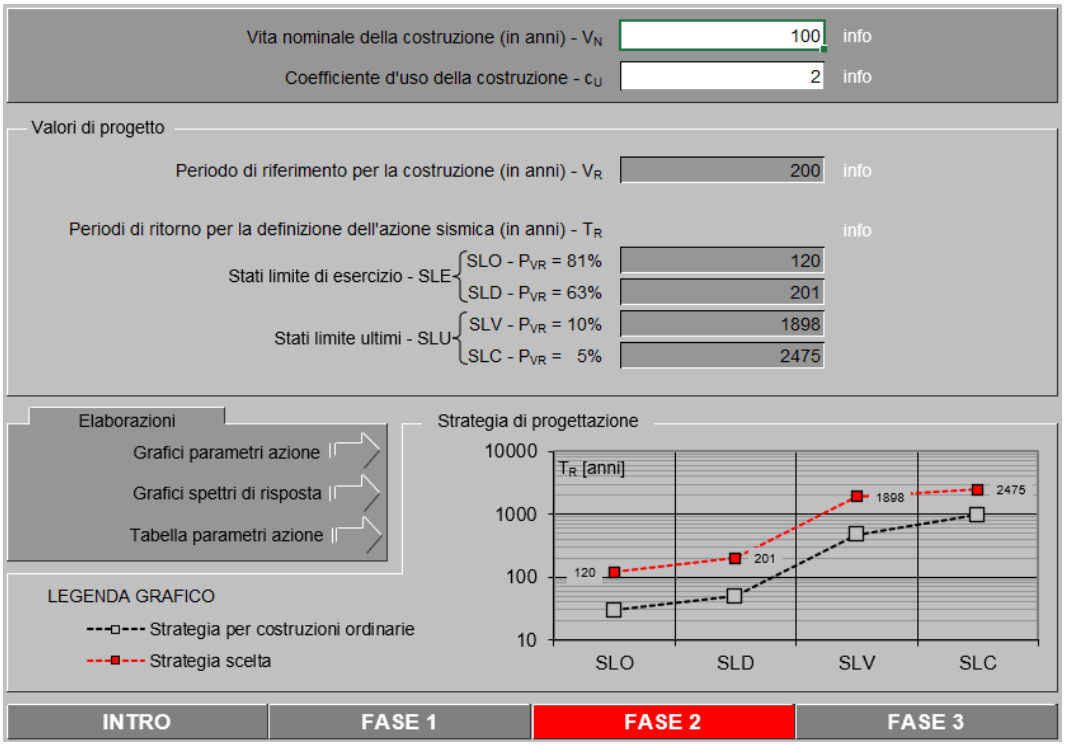
Per ciascuno SL e relativa probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R, si ricava:

Periodo di ritorno T_R del sisma	T_R	$T_R = - V_R / \ln(1-P_{VR})$
Accelerazione orizzontale massima al sito	a_g	da Allegati A e B al D.M. 14 gennaio 2008
Fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale	F_0	da Allegati A e B al D.M. 14 gennaio 2008
Valore per determinare il periodo T_C	T^*_C	da Allegati A e B al D.M. 14 gennaio 2008

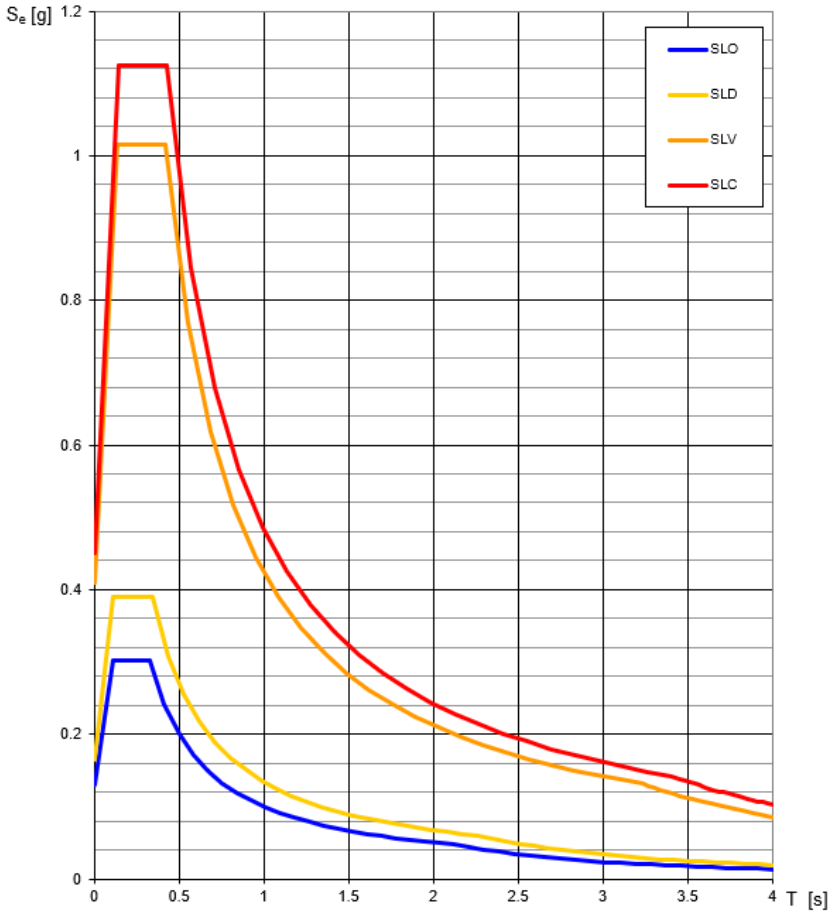
Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R in funzione dello stato limite considerato

Stati limite		P_{VR}	T_R [anni]	a_g	F_0	T^*_C
Stati Limite di esercizio	SLO	81%	120	0.130 g	2.328	0.331 s
	SLD	63%	201	0.166 g	2.354	0.345 s
Stati Limite ultimi	SLV	10%	1898	0.409 g	2.485	0.418 s
	SLC	5%	2475	0.450 g	2.497	0.431 s


Ricerca per coordinate
LONGITUDINE
16.5995
LATITUDINE
38.8918
Ricerca per comune
REGIONE
Calabria
PROVINCIA
Catanzaro
COMUNE
Catanzaro
Elaborazioni grafiche
Grafici spettri di risposta
Variabilità dei parametri
Elaborazioni numeriche
Tabella parametri
Nodi del reticolo intorno al sito
km7.5
41451
41452
41673
41674
-7.5
7.5
km
-7.5
Reticolo di riferimento
Controllo sul reticolo
Sito esterno al reticolo
Interpolazione su 3 nodi
Interpolazione corretta
Interpolazione
superficie rigata
La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".
INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3


Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N
100
info
Coefficiente d'uso della costruzione - c_U
2
info
Valori di progetto
Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R
200
info
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R
info
Stati limite di esercizio - SLE
SLO - P_{VR} = 81%
120
SLD - P_{VR} = 63%
201
Stati limite ultimi - SLU
SLV - P_{VR} = 10%
1898
SLC - P_{VR} = 5%
2475
Elaborazioni
Grafici parametri azione
Grafici spettri di risposta
Tabella parametri azione
Strategia di progettazione
T_R [anni]
10000
1000
100
10
120
201
1898
2475
SLO
SLD
SLV
SLC
LEGENDA GRAFICO
Strategia per costruzioni ordinarie
Strategia scelta
INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



5. ANALISI DEI CARICHI

5.1. Carichi permanenti strutturali

La quota parte di carico permanente dovuta al peso proprio degli elementi strutturali è considerata automaticamente dal software di calcolo in funzione della geometria e della massa volumica dei materiali, assunta pari a $\gamma_s = 7850$ daN/m³ per l'acciaio.

5.2. Carichi permanenti non strutturali

Come carico permanente di progetto si assume il peso proprio del BHS pari a 150 kg/ml, a cui si somma la capacità media di carico stabilita dal fornitore della struttura pari a 50 kg/ml.

6. COMBINAZIONI DI CARICO

In accordo al §2.5.3 delle NTC 2018, ai fini delle verifiche degli stati limite si attribuiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Ai fini delle verifiche degli stati limite, si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):
  $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \ldots$ [2.5.1]
- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:
  $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \ldots$ [2.5.2]
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:
  $G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \ldots$ [2.5.3]
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:
  $G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \ldots$ [2.5.4]
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:
  $E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \ldots$ [2.5.5]
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:
  $G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \ldots$ [2.5.6]

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$. [2.5.7]

Nelle combinazioni si intende che vengano omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2.

I valori da assumersi per i coefficienti di combinazione ψ_{0j}, ψ_{1j} e ψ_{2j} e i coefficienti parziali di sicurezza γ_{G1}, γ_{G2} e γ_{Qi} sono forniti rispettivamente dalle Tab. 2.5.I e Tab. 2.6.I seguenti.

Tab. 2.5.I – *Valori dei coefficienti di combinazione*

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tab. 2.6.I – *Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU*

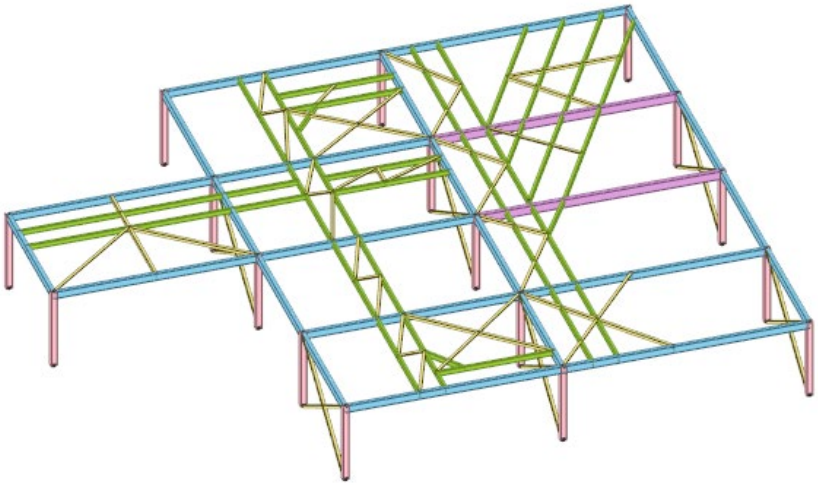
		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali G_2[(1)]	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

[(1)] Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

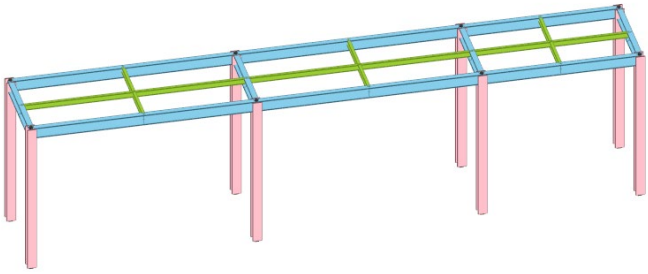
7. MODELLO DI CALCOLO E CRITERI DI MODELLAZIONE

È stato realizzato un modello agli elementi finiti per consentire l'analisi del comportamento delle strutture sotto i carichi previsti da progetto.

Tutti gli elementi strutturali con comportamento monodirezionale sono stati modellati con elementi tipo beam. Non sono stati considerati vincoli laterali. La massa viene calcolata automaticamente dal software. I nodi alla base sono stati considerati incastrati. L'azione sismica è stata applicata mediante lo spettro di risposta determinato come descritto nei paragrafi relativi.

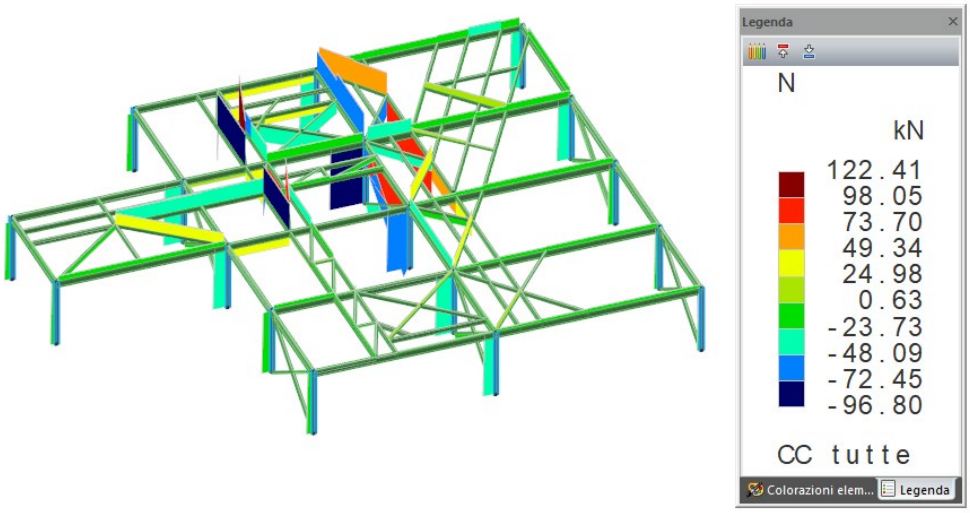


Modello di calcolo agli elementi finiti zona A

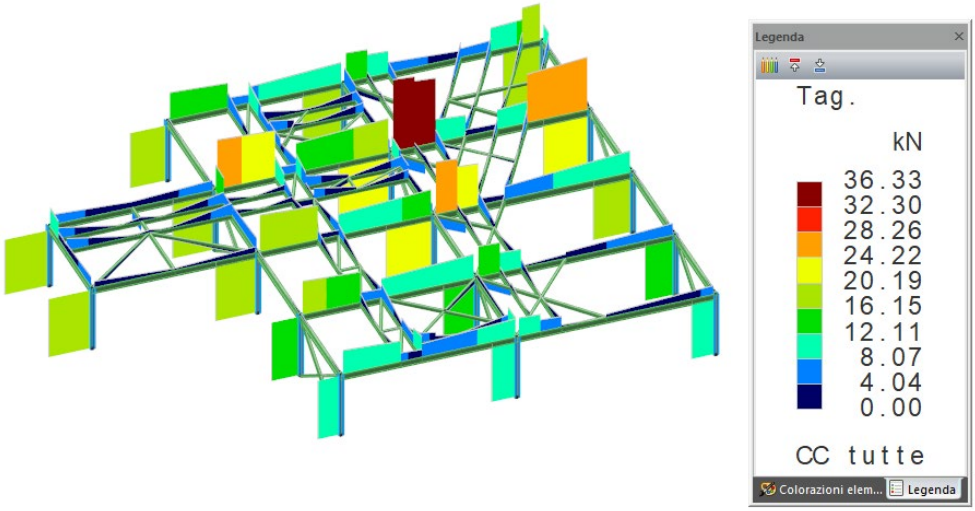


Modello di calcolo agli elementi finiti zona B

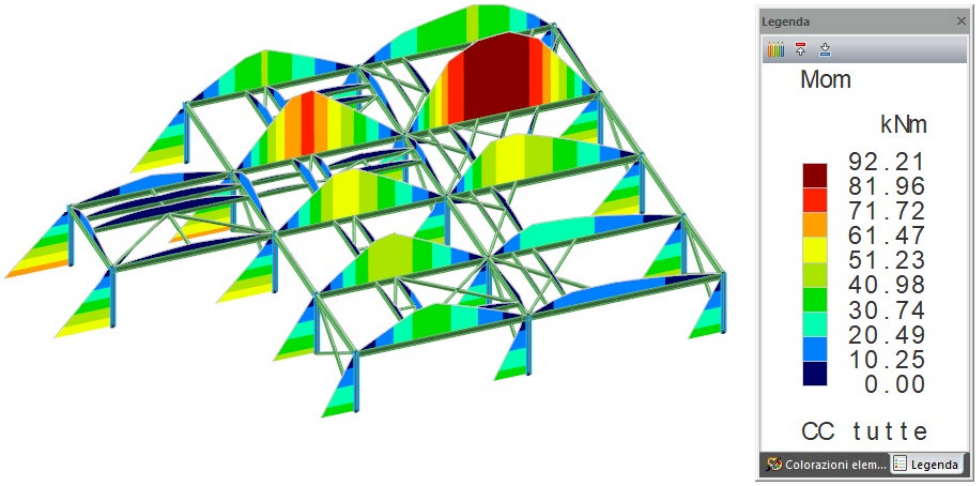
8. AZIONI SOLLECITANTI ZONA A



Azione assiale



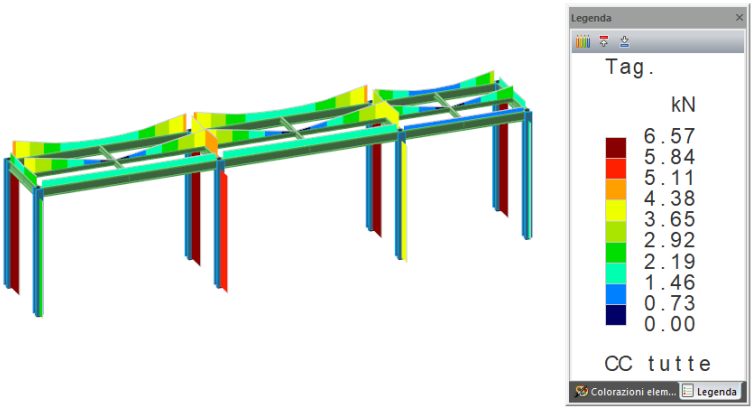
Azione di taglio



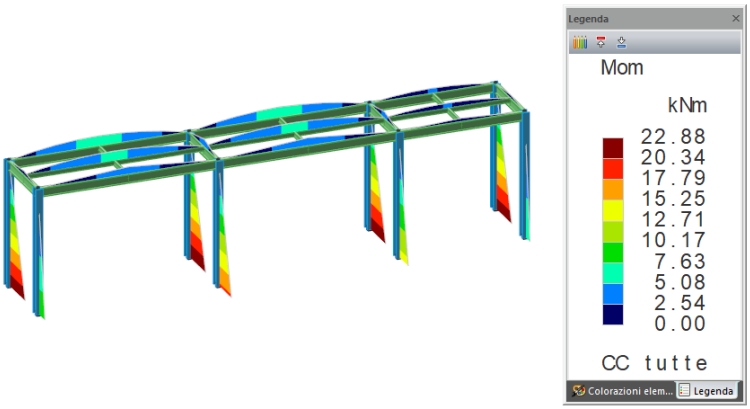
Momento flettente

9. AZIONI SOLLECITANTI ZONA B

Azione assiale



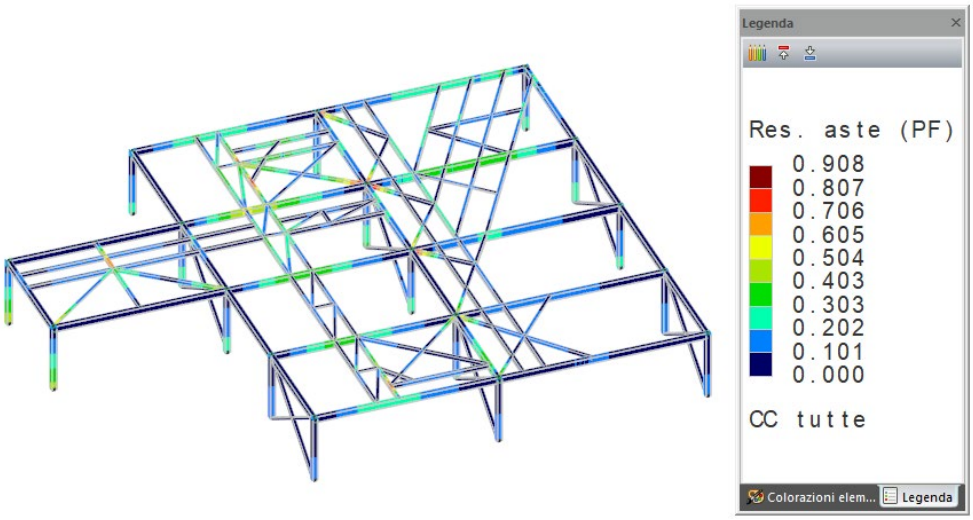
Azione di taglio



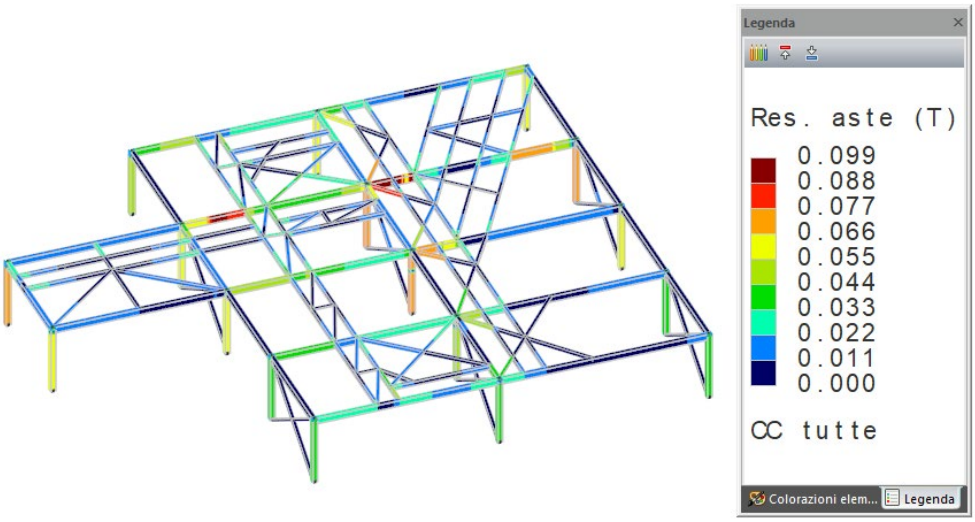
Momento flettente

10. VERIFICHE ZONA A

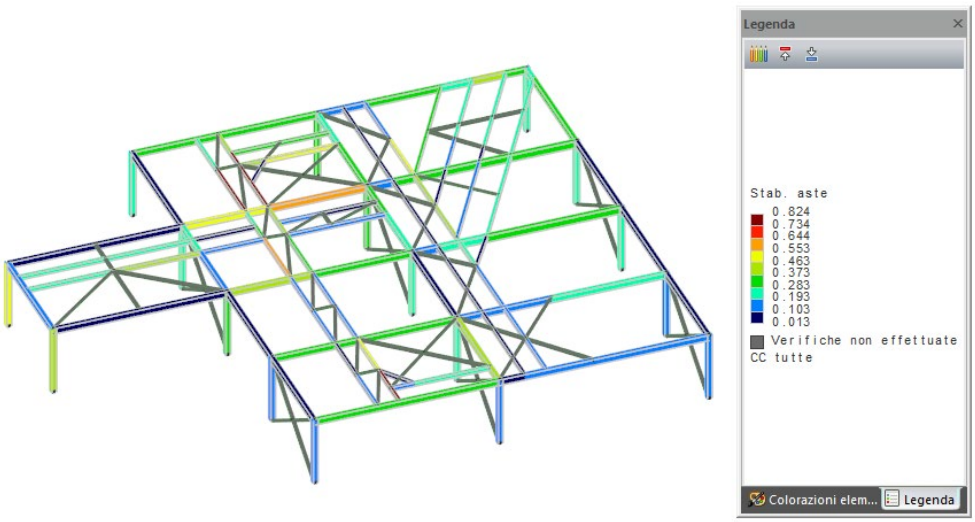
Per rapida consultazione dell'esito delle verifiche condotte, si riportano i tassi di sfruttamento e in forma estesa le sole verifiche dell'elemento più sollecitato.



Tassi di sfruttamento a pressoflessione – Inviluppo di tutte le combinazioni



Tassi di sfruttamento a pressoflessione – Inviluppo di tutte le combinazioni



Verifica di stabilità – Inviluppo di tutte le combinazioni

10.1. Verifica pilastro HEB240

Simbologia

Φ_{LT}		= Coefficiente Φ per stabilità laterale membrature inflesse
Φ_y		= Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse y(c)
Φ_z		= Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse z(e)
α		= Esponente sfruttamento per flessione retta intorno all'asse y
α_{imp}		= Coefficiente di imperfezione
αmy, αmz, αLT		= Coefficienti correttivi per il momento flettente
β		= Esponente sfruttamento per flessione retta intorno all'asse z
β_{LT}		= Coefficiente per calcolo Φ_{LT}
χ_{LT}		= Coefficiente di riduzione per stabilità laterale membrature inflesse
χ_y		= Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse y(c)
χ_z		= Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse z(e)
δ	<cm>	= Spostamento relativo asta
λ^*_y		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse y(c)
λ^*_z		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse z(e)
λ_{LT}		= Coefficiente di imperfezione per stabilità laterale membrature inflesse
$\lambda_{LT,0}$		= Coefficiente di imperfezione di confronto per stabilità laterale membrature inflesse
λ_y		= Snellezza per inflessione intorno all'asse y(c)
λ_z		= Snellezza per inflessione intorno all'asse z(e)
$\sigma_{ID,max}$	<daN/cmq>	= Tensione ideale massima
σ_M	<daN/cmq>	= Tensione normale per momento flettente
σ_N	<daN/cmq>	= Tensione normale per sforzo normale
τ	<daN/cmq>	= Tensione tangenziale per taglio e/o torsione
ψ		= Coeff. di correzione momento critico per stabilità laterale membrature inflesse
Aeff	<cmq>	= Area effettiva per trazione
Anet	<cmq>	= Area netta per compressione
Area	<cmq>	= Area
Atag,y	<cmq>	= Area resistente a taglio in dir. Y
Atag,z	<cmq>	= Area resistente a taglio in dir. Z
CC		= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Cod.		= Codice
Curva		= Curva di instabilità adottata
D	<cm>	= Distanza
Fyk	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyt	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di rottura
Iy	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y
Iz	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z
$J\omega$	<cm6>	= Costante di ingobbamento
Jy	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jz	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Z
Kyy, Kyz, Kzy, Kzz		= Coefficienti di interazione
L	<m>	= Lunghezza dell'asta
L_{cr}	<m>	= Lunghezza di libera inflessione laterale fra ritegni torsionali
M,cr	<daNm>	= Momento critico per instabilità flesso torsionale
MNy,c,Rd	<daNm>	= Resistenza di calcolo a pressoflessione intorno all'asse Y
MNz,c,Rd	<daNm>	= Resistenza di calcolo a pressoflessione intorno all'asse Z
Mx	<daNm>	= Momento torcente intorno all'asse X
My	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Y
My,Ed	<daNm>	= Momento flettente di calcolo intorno all'asse Y
Mz	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Z
Mz,Ed	<daNm>	= Momento flettente di calcolo intorno all'asse Z
N	<daN>	= Sforzo normale
N,Ed	<daN>	= Forza assiale di calcolo
Nc,Rd	<daN>	= Resistenza a compressione
Ncr,y	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse y(c)
Ncr,z	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse z(e)
Sez.		= Numero della sezione
Tipo		= Tipo sezione

```
                                  Ls = L stondata
                                  Is = I stondata
Tp                               = Tipo di acciaio
Ty                  <daN>        = Taglio in dir. Y
Tz                  <daN>        = Taglio in dir. Z
V,Ed                <daN>        = Forza di taglio di calcolo
Vc,Rd               <daN>        = Resistenza a taglio
Wy,plas             <cmc>        = Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Y
Wymin               <cmc>        = Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wz,plas             <cmc>        = Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Z
Wzmin               <cmc>        = Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
Xl                  <m>          = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
f                                = Fattore di modifica per il coefficiente di riduzione
kc                               = Coeff. di correzione momento flettente per stabilità laterale membrature inflesse
```

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cmc>	Wzmin <cmc>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyt <daN/cmq>
1	HEB240	Is	--	105.99	105.99	105.99	11259.50	3922.67	10.31	6.08	938.29	326.89	S275 UNI EN 10025-2	2750.00	4300.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy,plas <cmc>	Wz,plas <cmc>	Atag,y <cmq>	Atag,z <cmq>	Jω <cm6>
1	HEB240	1056.51	498.87	89.59	33.23	486946.00

Asta n. 12 (12 112) - Sez. 1 (HEB240) - Crit. 1

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SND Xl=0.01 - Classe 3
  Sollecitazioni: N=-3302.21 T_z=1922.74 M_y=6705.45 T_y=-45.71 M_z=50.77 M_x=7.93
  Tensioni: σ_N=-31.16 $\sigma_{m,d}$=-730.17 τ=14.57 σ_{max}=-761.33 (sfrut=0.29)
  Tensioni: σ_N=-31.16 $\sigma_{m,d}$=0.65 τ=95.11 τ_{max}=95.11 (sfrut=0.06)
  Tensioni: σ_N=-31.16 $\sigma_{m,d}$=-730.17 τ=14.57 $\sigma_{ID,max}$=761.75 (sfrut=0.29)

- Verifica a taglio Dir. Y [4.2.16] - CC 25 SLU Xl=0.01 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_y=-67.75
  V,Ed=-67.75 Vc,Rd=135471.00 V,Ed/Vc,Rd=0.00

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 25 SLU Xl=0.01 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=-33.56
  V,Ed=-33.56 Vc,Rd=50245.60 V,Ed/Vc,Rd=0.00

- Verifica a presso o tenso flessione biassiale (EC3 6.41) - CC 25 SLU Xl=0.01 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-4720.21 T_z=-33.56 M_y=127.30 T_y=-67.75 M_z=77.58
  N,Ed=-4720.21 Nc,Rd=277587.00 n=N,Ed/Nc,Rd=0.02
  Pressoflessione retta YY [4.2.33]:
  My,Ed=127.30 My,V,c,Rd=27670.60 MNy,c,Rd=27670.60 My,Ed/MNy,c,Rd=0.00
  Pressoflessione retta ZZ [4.2.34]:
  Mz,Ed=77.58 Mz,V,c,Rd=13065.60 MNz,c,Rd=13065.60 Mz,Ed/MNz,c,Rd=0.01
  α=2.00 β=1.00 $(My,Ed/MNy,c,Rd)^2+(Mz,Ed/MNz,c,Rd)^1$=0.02

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 1 SND - Classe 3
  Sollecitazioni: N,Ed=-3302.21 My,Ed=6705.45 Mz,Ed=-100.23 L=3.40
  αmy, αmz, αLT=0.95, 0.95, 0.95
  L_{cr}=3.40 Curva b: α_{imp}=0.34 k_c=0.94 ψ=1.70 M,cr=181090.00 λ_{LT}=0.38
  $\lambda_{LT,0}$=0.40 Φ_{LT}=0.55 β_{LT}=0.75 f=0.98 χ_{LT}=1.00
  λ_Y=32.99 Ncr,y=2018740.00 λ^*_y=0.38 Curva b: Φ_y=0.60 χ_y=0.93
  λ_Z=55.89 Ncr,z=703304.00 λ^*_z=0.64 Curva c: Φ_z=0.82 χ_z=0.76
  Kyy, Kyz, Kzy, Kzz=0.95, 0.96, 0.76, 0.96
  Verifica YY: 0.01+0.26+0.01=0.28
  Verifica ZZ: 0.02+0.21+0.01=0.23

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 26
  δ=0.03 (L/11856)

10.2. Verifica trave IPE300

Simbologia

Φ_{LT}		= Coefficiente Φ per stabilità laterale membrature inflesse
Φ_y		= Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse y(c)
Φ_z		= Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse z(e)
α_{imp}		= Coefficiente di imperfezione
αmy, αmz, αLT		= Coefficienti correttivi per il momento flettente
β_{LT}		= Coefficiente per calcolo Φ_{LT}
χ_{LT}		= Coefficiente di riduzione per stabilità laterale membrature inflesse
χ_y		= Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse y(c)
χ_z		= Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse z(e)
λ^*_y		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse y(c)
λ^*_z		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse z(e)
λ_{LT}		= Coefficiente di imperfezione per stabilità laterale membrature inflesse
$\lambda_{LT,0}$		= Coefficiente di imperfezione di confronto per stabilità laterale membrature inflesse
λ_y		= Snellezza per inflessione intorno all'asse y(c)
λ_z		= Snellezza per inflessione intorno all'asse z(e)
$\sigma_{ID,max}$	<daN/cmq>	= Tensione ideale massima
σ_M	<daN/cmq>	= Tensione normale per momento flettente
σ_N	<daN/cmq>	= Tensione normale per sforzo normale
τ	<daN/cmq>	= Tensione tangenziale per taglio e/o torsione
ψ		= Coeff. di correzione momento critico per stabilità laterale membrature inflesse
Aeff	<cmq>	= Area effettiva per trazione
Anet	<cmq>	= Area netta per compressione
Area	<cmq>	= Area
Atag,y	<cmq>	= Area resistente a taglio in dir. Y
Atag,z	<cmq>	= Area resistente a taglio in dir. Z
CC		= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Cod.		= Codice
Curva		= Curva di instabilità adottata
D	<cm>	= Distanza
Fyk	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyt	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di rottura
Iy	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y
Iz	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z
$J\omega$	<cm6>	= Costante di ingobbamento
Jy	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jz	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Z
Kyy, Kyz, Kzy, Kzz		= Coefficienti di interazione
L	<m>	= Lunghezza dell'asta
L_{cr}	<m>	= Lunghezza di libera inflessione laterale fra ritegni torsionali
M,cr	<daNm>	= Momento critico per instabilità flesso torsionale
Mx	<daNm>	= Momento torcente intorno all'asse X
My	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Y
My,Ed	<daNm>	= Momento flettente di calcolo intorno all'asse Y
Mz	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Z
Mz,Ed	<daNm>	= Momento flettente di calcolo intorno all'asse Z
N	<daN>	= Sforzo normale
N,Ed	<daN>	= Forza assiale di calcolo
Ncr,y	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse y(c)
Ncr,z	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse z(e)
Sez.		= Numero della sezione
Tipo		= Tipo sezione Ls = L stondata Is = I stondata
Tp		= Tipo di acciaio
Ty	<daN>	= Taglio in dir. Y
Tz	<daN>	= Taglio in dir. Z
V,Ed	<daN>	= Forza di taglio di calcolo
Vc,Rd,Red	<daN>	= Resistenza a taglio ridotta
Wy,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Y
Wymin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wz,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Z
Wzmin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
Xl	<m>	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
f		= Fattore di modifica per il coefficiente di riduzione
$f_{Z,G}$	<cm>	= Freccia in direzione Z globale
k_c		= Coeff. di correzione momento flettente per stabilità laterale membrature inflesse

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cmc>	Wzmin <cmc>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyt <daN/cmq>
3	IPE300	Is	--	53.81	53.81	53.81	8356.33	603.78	12.46	3.35	557.09	80.50	S275 UNI EN 10025-2	2750.00	4300.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy,plas <cmc>	Wz,plas <cmc>	Atag,y <cmq>	Atag,z <cmq>	$J\omega$ <cm6>
3	IPE300	630.77	125.38	36.16	25.68	125934.00

Asta n. 1011 (112 -57) - Sez. 3 (IPE300) - Crit. 1

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 19 SND Xl=3.02 - Classe 3
  Sollecitazioni: N=158.23 T_z=1565.92 M_y=-4712.43 T_y=127.00 M_z=368.32 M_x=-1.57
  Tensioni: σ_N=2.94 $\sigma_{m,d}$=1303.42 τ=9.30 σ_{max}=1306.36 (sfrut=0.50)
  Tensioni: σ_N=2.94 $\sigma_{m,d}$=21.66 τ=87.97 τ_{max}=87.97 (sfrut=0.06)
  Tensioni: σ_N=2.94 $\sigma_{m,d}$=1303.42 τ=9.30 $\sigma_{ID,max}$=1306.46 (sfrut=0.50)

- Verifica a taglio e torsione Dir. Z [4.2.24] - CC 25 SLU Xl=0.12 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=2420.17 M_x=-2.22
  V,Ed=2420.17 Vc,Rd,Red=38700.60 V,Ed/Vc,Rd,Red=0.06

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 25 SLU Xl=3.02 - Classe 3
  Sollecitazioni: N=11.41 T_z=2266.63 M_y=-6795.87 M_z=2.27 M_x=-2.22
  Tensioni: σ_N=0.21 $\sigma_{m,d}$=1222.71 τ=13.20 σ_{max}=1222.92 (sfrut=0.47)
  Tensioni: σ_N=0.21 $\sigma_{m,d}$=0.13 τ=127.24 τ_{max}=127.24 (sfrut=0.08)
  Tensioni: σ_N=0.21 $\sigma_{m,d}$=1222.71 τ=13.20 $\sigma_{ID,max}$=1223.13 (sfrut=0.47)

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 7 SND - Classe 3
  Sollecitazioni: N,Ed=-2155.91 My,Ed=-4765.72 Mz,Ed=-325.40 L=3.02
  αmy, αmz, αLT=0.95, 0.95, 0.95
  L_{cr}=3.02 Curva b: α_{imp}=0.34 k_c=0.94 ψ=1.75 M,cr=42595.80 λ_{LT}=0.60
  $\lambda_{LT,0}$=0.40 Φ_{LT}=0.67 β_{LT}=0.75 f=0.97 χ_{LT}=0.94
  λ_Y=24.23 Ncr,y=1898980.00 λ^*_y=0.28 Curva a: Φ_y=0.55 χ_y=0.98
  λ_z=90.16 Ncr,z=137209.00 λ^*_z=1.04 Curva b: Φ_z=1.18 χ_z=0.57
  Kyy, Kyz, Kzy, Kzz=0.95, 0.97, 0.76, 0.97
  Verifica YY: 0.02+0.33+0.15=0.49
  Verifica ZZ: 0.03+0.26+0.15=0.44

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 26
  $f_{Z,G}$=0.13 (L/2267)

10.3. Verifica trave IPE360

Simbologia

Φ_{LT}		=Coefficiente Φ per stabilità laterale membrature inflesse
Φ_y		=Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse y(c)
Φ_z		=Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse z(e)
α_{imp}		=Coefficiente di imperfezione
αmy, αmz, αLT		=Coefficienti correttivi per il momento flettente
β_{LT}		=Coefficiente per calcolo Φ_{LT}
χ_{LT}		=Coefficiente di riduzione per stabilità laterale membrature inflesse
χ_y		=Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse y(c)
χ_z		=Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse z(e)
λ^*_y		=Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse y(c)
λ^*_z		=Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse z(e)
λ_{LT}		=Coefficiente di imperfezione per stabilità laterale membrature inflesse
$\lambda_{LT,0}$		=Coefficiente di imperfezione di confronto per stabilità laterale membrature inflesse
λ_y		=Snellezza per inflessione intorno all'asse y(c)
λ_z		=Snellezza per inflessione intorno all'asse z(e)
$\sigma_{ID,max}$	<daN/cmq>	=Tensione ideale massima
σ_M	<daN/cmq>	=Tensione normale per momento flettente
σ_N	<daN/cmq>	=Tensione normale per sforzo normale
τ	<daN/cmq>	=Tensione tangenziale per taglio e/o torsione
ψ		=Coeff. di correzione momento critico per stabilità laterale membrature inflesse
Aeff	<cmq>	=Area effettiva per trazione
Anet	<cmq>	=Area netta per compressione
Area	<cmq>	=Area
Atag,y	<cmq>	=Area resistente a taglio in dir. Y
Atag,z	<cmq>	=Area resistente a taglio in dir. Z
CC		=Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Cod.		=Codice
Curva		=Curva di instabilità adottata
D	<cm>	=Distanza
Fyk	<daN/cmq>	=Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyt	<daN/cmq>	=Tensione caratteristica di rottura
Iy	<cm>	=Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y
Iz	<cm>	=Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z
Jω	<cm6>	=Costante di ingobbamento
Jy	<cm4>	=Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jz	<cm4>	=Momento d'inerzia rispetto all'asse Z
Kyy, Kyz, Kzy, Kzz		=Coefficienti di interazione
L	<m>	=Lunghezza dell'asta
L_{cr}	<m>	=Lunghezza di libera inflessione laterale fra ritegni torsionali
M,cr	<daNm>	=Momento critico per instabilità flesso torsionale
MNy,c,Rd	<daNm>	=Resistenza di calcolo a pressoflessione intorno all'asse Y
Mx	<daNm>	=Momento torcente intorno all'asse X
My	<daNm>	=Momento flettente intorno all'asse Y
My,Ed	<daNm>	=Momento flettente di calcolo intorno all'asse Y
My,V,c,Rd	<daNm>	=Resistenza di calcolo a flessione ridotta per taglio intorno all'asse Y
Mz	<daNm>	=Momento flettente intorno all'asse Z
Mz,Ed	<daNm>	=Momento flettente di calcolo intorno all'asse Z
N	<daN>	=Sforzo normale
N,Ed	<daN>	=Forza assiale di calcolo
Nc,Rd	<daN>	=Resistenza a compressione
Ncr,y	<daN>	=Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse y(c)
Ncr,z	<daN>	=Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse z(e)
Sez.		=Numero della sezione

Tipo		= Tipo sezione Ls = L stondata Is = I stondata
Tp		= Tipo di acciaio
Ty	<daN>	= Taglio in dir. Y
Tz	<daN>	= Taglio in dir. Z
V,Ed	<daN>	= Forza di taglio di calcolo
Vc,Rd,Red	<daN>	= Resistenza a taglio ridotta
Wy,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Y
Wymin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wz,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Z
Wzmin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
Xl	<m>	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
f		= Fattore di modifica per il coefficiente di riduzione
$f_{Z,L}$	<cm>	= Freccia in direzione Z locale
k_c		= Coeff. di correzione momento flettente per stabilità laterale membrature inflesse

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cmc>	Wzmin <cmc>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyt <daN/cmq>
5	IPE360	Is	--	72.73	72.73	72.73	16266.10	1043.46	14.95	3.79	903.67	122.76	S275 UNI EN 10025-2	2750.00	4300.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy,plas <cmc>	Wz,plas <cmc>	Atag,y <cmq>	Atag,z <cmq>	Jω <cm6>
5	IPE360	1023.32	191.37	48.84	35.14	313580.00

Asta n. 1011 (-61 -62) - Sez. 5 (IPE360) - Crit. 1

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SND Xl=1.59 - Classe 3
  Sollecitazioni: N=1487.37 T_z=19.37 M_y=-6547.20 T_y=-212.98 M_z=-217.69 M_x=-2.15
  Tensioni: σ_N=20.45 $\sigma_{m,d}$=901.84 τ=8.16 σ_{max}=922.29 (sfrut=0.35)
  Tensioni: σ_N=20.45 $\sigma_{m,d}$=-592.60 τ=11.34 τ_{max}=11.34 (sfrut=0.01)
  Tensioni: σ_N=20.45 $\sigma_{m,d}$=901.84 τ=8.16 $\sigma_{ID,max}$=922.40 (sfrut=0.35)

- Verifica a taglio e torsione Dir. Z [4.2.24] - CC 25 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=178.20 M_x=-3.12
  V,Ed=178.20 Vc,Rd,Red=52968.40 V,Ed/Vc,Rd,Red=0.00

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 25 SLU Xl=1.59 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-204.48 T_z=64.71 M_y=-9284.01 M_x=-3.12
  My,Ed=-9284.01 My,V,c,Rd=26801.20
  N,Ed=-204.48 Nc,Rd=-190486.00 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.00 MNy,c,Rd=26801.20 My,Ed/MNy,c,Rd=0.35

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 25 SLU - Classe 3
  Sollecitazioni: N,Ed=-204.48 My,Ed=-9284.01 Mz,Ed=-0.39 L=1.59
  αmy, αmz, αLT=0.95, 0.95, 0.95
  L_{cr}=1.59 Curva c: α_{imp}=0.49 k_c=0.94 ψ=1.01 M,cr=157369.00 λ_{LT}=0.40
  $\lambda_{LT,0}$=0.40 Φ_{LT}=0.56 β_{LT}=0.75 f=0.98 χ_{LT}=1.00
  λ_Y=10.63 Ncr,y=13335400.00 λ^*_y=0.12 Curva a: Φ_y=0.50 χ_y=1.00
  λ_Z=41.98 Ncr,z=855458.00 λ^*_z=0.48 Curva b: Φ_z=0.67 χ_z=0.89
  Kyy, Kyz, Kzy, Kzz=0.95, 0.95, 0.76, 0.95
  Verifica YY: 0.00+0.37+0.00=0.37
  Verifica ZZ: 0.00+0.30+0.00=0.30

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 26
  $f_{Z,L}$=0.06 (L/2694)

10.4. Verifica trave IPE200

Simbologia

Φ_{LT}		= Coefficiente Φ per stabilità laterale membrature inflesse
Φ_y		= Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse y(c)
Φ_z		= Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse z(e)
α_{imp}		= Coefficiente di imperfezione
αmy, αmz, αLT		= Coefficienti correttivi per il momento flettente
β_{LT}		= Coefficiente per calcolo Φ_{LT}
χ_{LT}		= Coefficiente di riduzione per stabilità laterale membrature inflesse
χ_y		= Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse y(c)
χ_z		= Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse z(e)
λ^*_y		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse y(c)
λ^*_z		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse z(e)
λ_{LT}		= Coefficiente di imperfezione per stabilità laterale membrature inflesse
$\lambda_{LT,0}$		= Coefficiente di imperfezione di confronto per stabilità laterale membrature inflesse
λ_y		= Snellezza per inflessione intorno all'asse y(c)
λ_z		= Snellezza per inflessione intorno all'asse z(e)
$\sigma_{ID,max}$	<daN/cmq>	= Tensione ideale massima

σ_M	<daN/cmq>	= Tensione normale per momento flettente
σ_N	<daN/cmq>	= Tensione normale per sforzo normale
τ	<daN/cmq>	= Tensione tangenziale per taglio e/o torsione
ψ		= Coeff. di correzione momento critico per stabilità laterale membrature inflesse
Aeff	<cmq>	= Area effettiva per trazione
Anet	<cmq>	= Area netta per compressione
Area	<cmq>	= Area
Atag,y	<cmq>	= Area resistente a taglio in dir. Y
Atag,z	<cmq>	= Area resistente a taglio in dir. Z
CC		= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Cod.		= Codice
Curva		= Curva di instabilità adottata
D	<cm>	= Distanza
Fyk	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyt	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di rottura
Iy	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y
Iz	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z
$J\omega$	<cm6>	= Costante di ingobbamento
Jy	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jz	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Z
Kyy, Kyz, Kzy, Kzz		= Coefficienti di interazione
L	<m>	= Lunghezza dell'asta
L_{cr}	<m>	= Lunghezza di libera inflessione laterale fra ritegni torsionali
M,cr	<daNm>	= Momento critico per instabilità flesso torsionale
MNy,c,Rd	<daNm>	= Resistenza di calcolo a pressoflessione intorno all'asse Y
My	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Y
My,Ed	<daNm>	= Momento flettente di calcolo intorno all'asse Y
My,V,c,Rd	<daNm>	= Resistenza di calcolo a flessione ridotta per taglio intorno all'asse Y
Mz	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Z
Mz,Ed	<daNm>	= Momento flettente di calcolo intorno all'asse Z
N	<daN>	= Sforzo normale
N,Ed	<daN>	= Forza assiale di calcolo
Nc,Rd	<daN>	= Resistenza a compressione
Ncr,y	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse y(c)
Ncr,z	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse z(e)
Sez.		= Numero della sezione
Tipo		= Tipo sezione Ls = L stondata Is = I stondata
Tp		= Tipo di acciaio
Ty	<daN>	= Taglio in dir. Y
Tz	<daN>	= Taglio in dir. Z
V,Ed	<daN>	= Forza di taglio di calcolo
Vc,Rd	<daN>	= Resistenza a taglio
Wy,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Y
Wymin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wz,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Z
Wzmin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
Xl	<m>	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
f		= Fattore di modifica per il coefficiente di riduzione
$f_{z,L}$	<cm>	= Freccia in direzione Z locale
k_c		= Coeff. di correzione momento flettente per stabilità laterale membrature inflesse

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cmc>	Wzmin <cmc>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyt <daN/cmq>
2	IPE200	Is	--	28.48	28.48	28.48	1943.23	142.37	8.26	2.24	194.32	28.47	S275 UNI EN 10025-2	2750.00	4300.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy,plas <cmc>	Wz,plas <cmc>	Atag,y <cmq>	Atag,z <cmq>	Jω <cm6>
2	IPE200	221.64	44.70	19.58	14.00	12988.10

Asta n. 3046 (-37 -63) - Sez. 2 (IPE200) - Crit. 1

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 4 SND Xl=0.00 - Classe 3
  Sollecitazioni: N=-1140.07 T_z=-29.43 M_y=-733.90 T_y=1.93 M_z=-6.26
  Tensioni: σ_N=-40.02 $\sigma_{m,d}$=-399.65 τ=0.00 σ_{max}=-439.67 (sfrut=0.17)
  Tensioni: σ_N=-40.02 $\sigma_{m,d}$=-1.23 τ=3.18 τ_{max}=3.18 (sfrut=0.00)
  Tensioni: σ_N=-40.02 $\sigma_{m,d}$=-399.65 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=439.67 (sfrut=0.17)

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 25 SLU Xl=3.24 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=-618.45
  V,Ed=-618.45 Vc,Rd=21171.50 V,Ed/Vc,Rd=0.03

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 25 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-3.69 T_z=-41.77 M_y=-1070.64
  My,Ed=-1070.64 My,V,c,Rd=5804.95
  N,Ed=-3.69 Nc,Rd=-74603.30 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.00 MNy,c,Rd=5804.95 My,Ed/MNy,c,Rd=0.18

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 25 SLU - Classe 1
  Sollecitazioni: N,Ed=-3.69 My,Ed=-1070.64 Mz,Ed=-0.09 L=3.24
  αmy, αmz, αLT=0.95, 0.95, 0.95
  L_{cr}=3.24 Curva b: α_{imp}=0.34 k_c=0.94 ψ=1.75 M,cr=8040.55 λ_{LT}=0.87
  $\lambda_{LT,0}$=0.40 Φ_{LT}=0.86 β_{LT}=0.75 f=0.97 χ_{LT}=0.80

```
  λY=39.27 Ncr,y=382890.00 λ*y=0.45 Curva a:  Φy=0.63 χy=0.94
  λZ=145.07 Ncr,z=28052.10 λ*z=1.67 Curva b:  Φz=2.15 χz=0.29
  Kyy, Kyz, Kzy, Kzz=0.95, 0.57, 0.57, 0.95
  Verifica YY: 0.00+0.22+0.00=0.22
  Verifica ZZ: 0.00+0.13+0.00=0.13

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 26
  fZ,L=0.17 (L/1953)
```

10.5. Verifica spostamenti

Si procede di seguito alla verifica degli spostamenti verticali e laterali agli stati limite di esercizio, secondo quanto indicato al capitolo 4.2.4.2 delle NTC2018.

Tab. 4.2.XII - *Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie*

Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{max}}{L}$	$\frac{\delta_2}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	

In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.

Tab. 4.2.XIII - *Limiti di deformabilità per costruzioni ordinarie soggette ad azioni orizzontali*

Tipologia dell'edificio	Limiti superiori per gli spostamenti orizzontali	
	$\frac{\delta}{h}$	$\frac{\Delta}{H}$
Edifici industriali monopiano senza carroponte	$\frac{1}{150}$	/
Altri edifici monopiano	$\frac{1}{300}$	/
Edifici multipiano	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{500}$

In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.

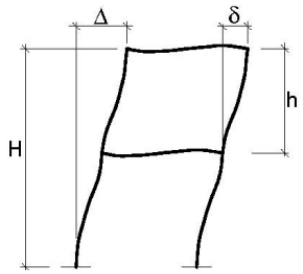


Fig. 4.2.4 - *Definizione degli spostamenti orizzontali per le verifiche in esercizio*

Limiti superiori per gli spostamenti verticali

Solai in generale→ 7200 mm / 250= 28.8 mm > Sz= 27.4 mm

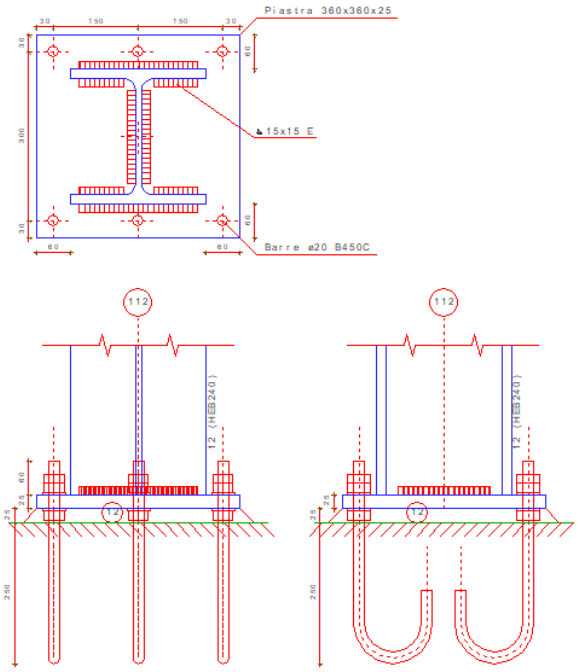
Nodo	CC	TCC	Sx <m>	Sy <m>	Sz <m>	Rx <rad>	Ry <rad>	Rz <rad>
-69	26	SLE R	0.00038	-0.00001	-0.02740	-0.00118	-0.00114	0.00001
-69	27	SLE F	0.00038	-0.00001	-0.02740	-0.00118	-0.00114	0.00001
-69	28	SLE Q	0.00038	-0.00001	-0.02740	-0.00118	-0.00114	0.00001
-70	1	SND	0.02967	-0.00601	-0.02613	-0.00017	-0.00229	0.00068
-70	2	SLD	0.01500	-0.00306	-0.02570	-0.00020	-0.00213	0.00034
-70	3	SLO	0.00880	-0.00178	-0.02551	-0.00022	-0.00207	0.00020
-70	4	SND	0.02557	-0.00430	-0.02602	-0.00018	-0.00224	0.00116
-70	5	SLD	0.01293	-0.00218	-0.02564	-0.00021	-0.00211	0.00059
-70	6	SLO	0.00758	-0.00126	-0.02548	-0.00022	-0.00205	0.00034
-70	7	SND	-0.02480	0.00427	-0.02451	-0.00031	-0.00172	-0.00116
-70	8	SLD	-0.01217	0.00216	-0.02489	-0.00028	-0.00185	-0.00059
-70	9	SLO	-0.00681	0.00123	-0.02505	-0.00026	-0.00190	-0.00034
-70	10	SND	-0.02891	0.00598	-0.02440	-0.00032	-0.00167	-0.00068
-70	11	SLD	-0.01424	0.00304	-0.02483	-0.00028	-0.00182	-0.00034
-70	12	SLO	-0.00803	0.00175	-0.02502	-0.00026	-0.00189	-0.00020

Limiti superiori per gli spostamenti orizzontali

Altri edifici monopiano → 3400 mm / 300= 11.3 mm = Sy= 0.36 mm

Nodo	CC	TCC	Sx <m>	Sy <m>	Sz <m>	Rx <rad>	Ry <rad>	Rz <rad>
-66	26	SLE R	0.00036	-0.00001	-0.02470	-0.00100	0.00020	0.00000
-66	27	SLE F	0.00036	-0.00001	-0.02470	-0.00100	0.00020	0.00000
-66	28	SLE Q	0.00036	-0.00001	-0.02470	-0.00100	0.00020	0.00000
-13	1	SND	0.02274	-0.00458	-0.01271	-0.00337	-0.00178	0.00626
-13	2	SLD	0.01151	-0.00228	-0.01280	-0.00342	-0.00180	0.00313
-13	3	SLO	0.00672	-0.00129	-0.01284	-0.00345	-0.00180	0.00179
-13	4	SND	0.03130	-0.00794	-0.01274	-0.00335	-0.00178	0.00967
-13	5	SLD	0.01579	-0.00396	-0.01282	-0.00341	-0.00180	0.00484
-13	6	SLO	0.00925	-0.00228	-0.01285	-0.00344	-0.00181	0.00280
-13	7	SND	-0.03063	0.00796	-0.01305	-0.00360	-0.00185	-0.00963
-13	8	SLD	-0.01512	0.00398	-0.01297	-0.00354	-0.00183	-0.00481
-13	9	SLO	-0.00858	0.00230	-0.01294	-0.00351	-0.00182	-0.00277
-13	10	SND	-0.02207	0.00460	-0.01307	-0.00358	-0.00185	-0.00622
-13	11	SLD	-0.01084	0.00230	-0.01299	-0.00353	-0.00183	-0.00309
-13	12	SLO	-0.00605	0.00131	-0.01295	-0.00350	-0.00183	-0.00176

10.6. Verifica connessione alla base pilastro



Collegamento 0012_0112

Simbologia

S_T	<daN/cmq>	= Somma tensioni nel cordone di saldatura
a		= Coefficiente a
s	<daN/cmq>	= Tensione normale
s_{ID}	<daN/cmq>	= Tensione ideale nel cordone di saldatura
s_O	<daN/cmq>	= Tensione normale ortogonale all'asse del cordone di saldatura
s_c	<daN/cmq>	= Tensione nel calcestruzzo
t	<daN/cmq>	= Tensione tangenziale
t_O	<daN/cmq>	= Tensione tangenziale ortogonale all'asse del cordone di saldatura
t_P	<daN/cmq>	= Tensione tangenziale parallela all'asse del cordone di saldatura
Bb,Rd,p	<daN>	= Resistenza a punzonamento lato piastra
Bnetta	<mm>	= Larghezza sezione al netto di eventuali fori
Bp,Ed,p	<daN>	= Azione di punzonamento di progetto lato piastra
CB		= Classe del bullone
D0	<mm>	= Diametro nominale del foro di alloggiamento del bullone
Fb,Ed,p	<daN>	= Azione di rifollamento di progetto lato piastra
Fb,Rd,p	<daN>	= Resistenza a rifollamento lato piastra
Ft,Ed	<daN>	= Trazione nei bulloni
Ft,Rd	<daN>	= Resistenza a trazione del bullone
Ftb	<daN/cmq>	= Tensione di rottura dei bulloni
Fv,Ed	<daN>	= Taglio nei bulloni
Fv,Rd	<daN>	= Resistenza a taglio del bullone
Fyb	<daN/cmq>	= Tensione di snervamento dei bulloni
Fyk	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyt	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di rottura
Hnetta	<mm>	= Altezza sezione al netto di eventuali fori
Int. V-T		= Controllo interazione taglio/trazione [4.2.71]
K		= Coefficiente K
LT	<m>	= Lunghezza tirafondi
Mx_1	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse X locale
My	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Y del collegamento
My_1	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Y locale
Mz	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Z del collegamento
N	<daN>	= Sforzo normale agente sul collegamento
N_1	<daN>	= Sforzo normale in direzione Z locale
NO	<daN>	= Azione che genera tensione normale ortogonale
RT	<daN>	= Resistenza tirafondi
TO	<daN>	= Azione che genera tensione tangenziale ortogonale
TP	<daN>	= Azione che genera tensione tangenziale parallela
Tp		= Tipo di acciaio
Tx_1	<daN>	= Taglio in direzione X locale
Ty	<daN>	= Taglio in direzione Y agente sul collegamento
Ty_1	<daN>	= Taglio in direzione Y locale
Tz	<daN>	= Taglio in direzione Z agente sul collegamento
e1	<mm>	= Distanza e1
e2	<mm>	= Distanza e2
p2	<mm>	= Interasse p2

Piastra 360.00 x 360.00 s=25.00 - 6 Tirafondi f 20 - Profondità di infissione: 250.00

2 righe ad interasse 300.00
3 colonne ad interasse 150.00
Altezza di gola saldature: anima 10.61 - ala 10.61

Caratteristiche meccaniche

Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyt <daN/cmq>	CB	Fyb <daN/cmq>	Ftb <daN/cmq>
S275 UNI EN 10025-2	2750.00	4300.00	8.8	6400.00	8000.00

Tirafondi e calcestruzzo
CC 1 SND Asta n. 12 (12 112)
Azioni sul collegamento: N=-3365.15 Ty=44.12 Tz=-1898.79 My=-6586.63 Mz=49.28
Sollecitazioni agenti localmente: Tx_1=44.12 Ty_1=-1898.79 N_1=-3365.15 Mx_1=-6586.63 My_1=49.28
Taglio nei bulloni: Fv,Ed=316.55 Fv,Rd=12063.70
Rifollamento lato piastra: e1=30.01 p2=150.00 e2=30.01 D0=21.00 a=0.00 K=0.00 Fb,Ed,p=316.55 Fb,Rd,p=18852.00
Trazione nei bulloni: Ft,Ed=7206.31 Ft,Rd=14112.00
Punzonamento lato piastra: Bp,Ed,p=7206.31 Bb,Rd,p=64842.50
Int. V-T=0.39
Tirafondi:LT=0.55 (0.44) RT=8201.35
Compressione nel calcestruzzo: s_c=104.52
CC 10 SND Asta n. 12 (12 112)
Azioni sul collegamento: N=-3454.23 Ty=45.46 Tz=1909.41 My=6290.86 Mz=52.80
Sollecitazioni agenti localmente: Tx_1=45.46 Ty_1=1909.41 N_1=-3454.23 Mx_1=6290.86 My_1=52.80
Taglio nei bulloni: Fv,Ed=318.33 Fv,Rd=12063.70
Rifollamento lato piastra: e1=30.01 e2=30.01 p2=150.00 D0=21.00 a=0.00 K=0.00 Fb,Ed,p=318.33 Fb,Rd,p=18852.70
Trazione nei bulloni: Ft,Ed=6855.12 Ft,Rd=14112.00
Punzonamento lato piastra: Bp,Ed,p=6855.12 Bb,Rd,p=64842.50
Int. V-T=0.37
Tirafondi:LT=0.55 (0.44) RT=8201.35
Compressione nel calcestruzzo: s_c=100.16

Saldatura profilo-piastra
CC 1 SND Asta n. 12 (12 112)
Azioni sul collegamento: N=-3365.15 Ty=44.12 Tz=-1898.79 My=-6586.63 Mz=49.28
Sollecitazioni agenti localmente: Tx_1=44.12 Ty_1=-1898.79 N_1=-3365.15 Mx_1=6586.63 My_1=-49.28
Azioni sul cordone: TP=-8.71 TO=374.76 NO=-664.17
Tensioni nel cordone: t_P=0.39 t_O=16.83 s_O=765.48 s_{ID}=765.66 S_T=782.30
CC 10 SND Asta n. 12 (12 112)
Azioni sul collegamento: N=-3454.23 Ty=45.46 Tz=1909.41 My=6290.86 Mz=52.80
Sollecitazioni agenti localmente: Tx_1=45.46 Ty_1=1909.41 N_1=-3454.23 Mx_1=-6290.86 My_1=-52.80
Azioni sul cordone: TP=8.97 TO=376.86 NO=-681.76
Tensioni nel cordone: t_P=0.40 t_O=16.92 s_O=735.06 s_{ID}=735.25 S_T=751.98
CC 25 SLU Asta n. 12 (12 112)
Azioni sul collegamento: N=-4801.42 Ty=64.94 Tz=7.28 My=-214.42 Mz=73.98
Sollecitazioni agenti localmente: Tx_1=64.94 Ty_1=7.28 N_1=-4801.42 Mx_1=214.42 My_1=-73.98
Azioni sul cordone: TP=-12.82 TO=-1.44 NO=-947.65
Tensioni nel cordone: t_P=0.58 t_O=0.06 s_O=89.61 s_{ID}=89.61 S_T=89.67

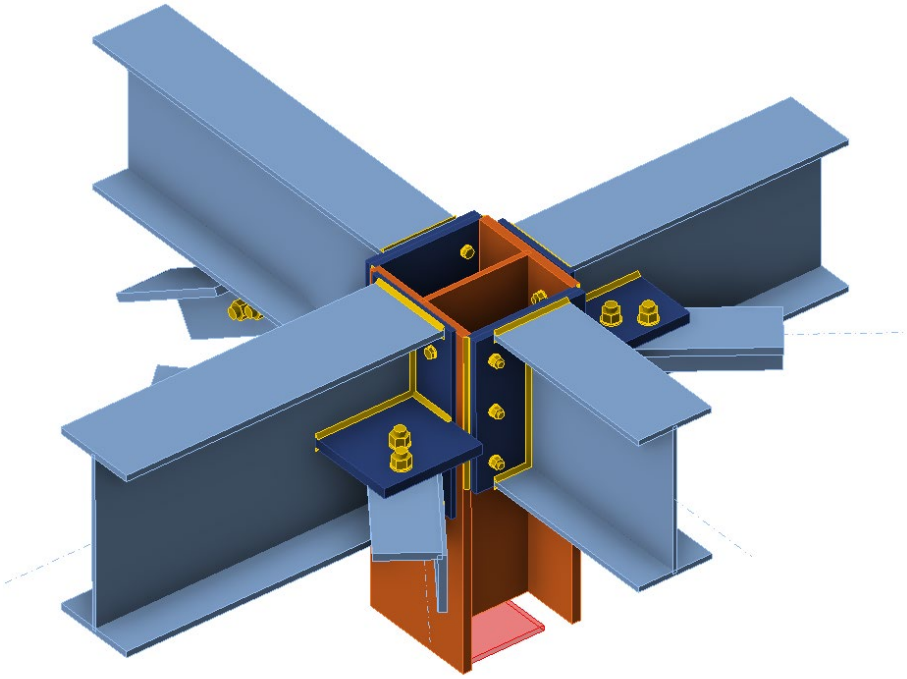
Flessione attacco superiore piastra
Bnetta=297.00 Hnetta=25.00
CC 1 SND Asta n. 12 (12 112)
Azioni sul collegamento: N=-3365.15 Ty=44.12 Tz=-1898.79 My=-6586.63 Mz=49.28
Sollecitazioni agenti localmente: Ty_1=21476.00 Mx_1=644.28
Tensioni nella sezione: s=2082.53 t=289.24

Flessione attacco inferiore piastra
Bnetta=297.00 Hnetta=25.00
CC 10 SND Asta n. 12 (12 112)
Azioni sul collegamento: N=-3454.23 Ty=45.46 Tz=1909.41 My=6290.86 Mz=52.80
Sollecitazioni agenti localmente: Ty_1=20412.70 Mx_1=612.38
Tensioni nella sezione: s=1979.42 t=274.92

Flessione attacco destro piastra
Bnetta=318.00 Hnetta=25.00
CC 1 SND Asta n. 12 (12 112)
Azioni sul collegamento: N=-3365.15 Ty=44.12 Tz=-1898.79 My=-6586.63 Mz=49.28
Sollecitazioni agenti localmente: Ty_1=2959.72 My_1=86.56
Tensioni nella sezione: s=261.31 t=37.23

Flessione attacco sinistro piastra
Bnetta=318.00 Hnetta=25.00
CC 1 SND Asta n. 12 (12 112)
Azioni sul collegamento: N=-3365.15 Ty=44.12 Tz=-1898.79 My=-6586.63 Mz=49.28
Sollecitazioni agenti localmente: Ty_1=3214.83 My_1=94.60
Tensioni nella sezione: s=285.59 t=40.44

10.7. Verifica connessione montante – travi – controventi



Membrature

Geometria

Nome	Sezione	β – Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
IPE300 up	3 - IPE300	90,0	0,0	0,0	0	0	-150
IPE360	7 - IPE360	0,0	0,0	0,0	0	0	-180
HEB240	1 - HEB240	0,0	90,0	0,0	0	0	0
IPE300	3 - IPE300	0,0	0,0	0,0	0	0	-150
IPE300 down	3 - IPE300	90,0	0,0	0,0	0	0	-150
Contro 3	10 - L120x15(L120)	143,1	0,0	-180,0	180	-100	195
Contro2	10 - L120x15(L120)	54,1	0,0	-180,0	180	100	225
Contro vert	10 - L120x15(L120)	90,0	31,3	-180,0	0	0	0
Contro1	10 - L120x15(L120)	131,3	0,0	-180,0	-180	80	225

Sezioni

Nome	Materiale
3 - IPE300	S 275
7 - IPE360	S 275
1 - HEB240	S 275
10 - L120x15(L120)	S 275

Bulloni

Nome	Diametro [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Superficie lorda [mm^2]
M12 8.8	12	640,0	800,0	113
M20 8.8	20	640,0	800,0	314

Effetti del carico (Equilibrio non richiesto)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
CC 1	IPE300 up / Fine	-46,9	0,3	-3,5	0,0	0,4	0,0
	IPE360 / Fine	33,9	-0,6	-28,3	0,0	3,4	-0,1
	IPE300 / Inizio	14,7	0,0	-11,7	0,0	-1,4	0,0
	IPE300 down / Inizio	53,1	1,0	-5,8	-0,1	-0,7	-0,1
	Contro 3 / Fine	-17,5	-1,5	1,5	0,0	-3,7	-3,7
	Contro2 / Fine	-37,4	-1,1	1,1	0,0	-1,5	-1,5
	Contro vert / Inizio	22,8	-0,1	0,2	0,0	0,1	-0,1
	Contro1 / Inizio	17,3	-1,1	1,1	0,0	1,5	1,5
CC 4	IPE300 up / Fine	-64,7	0,6	-3,5	0,0	0,4	0,1
	IPE360 / Fine	25,5	-0,4	-28,0	0,0	3,4	-0,1
	IPE300 / Inizio	2,8	-0,1	-11,7	0,0	-1,4	0,0
	IPE300 down / Inizio	74,0	3,2	-5,8	-0,1	-0,7	-0,4
	Contro 3 / Fine	-35,9	-1,5	1,5	0,0	-3,5	-3,5
	Contro2 / Fine	-47,8	-1,1	1,1	0,0	-1,7	-1,7
	Contro vert / Inizio	38,8	-0,1	0,3	0,0	0,2	-0,2
	Contro1 / Inizio	25,3	-1,2	1,2	0,0	1,7	1,7
CC 7	IPE300 up / Fine	61,1	-0,6	-3,6	0,0	0,4	-0,1
	IPE360 / Fine	-28,3	0,4	-24,8	0,0	3,0	0,0
	IPE300 / Inizio	-2,3	0,1	-12,1	0,0	-1,5	0,0
	IPE300 down / Inizio	-74,9	-3,2	-5,8	0,0	-0,7	0,4
	Contro 3 / Fine	35,9	-0,7	0,7	0,0	-1,4	-1,4
	Contro2 / Fine	47,0	-2,2	2,2	0,0	-4,0	-4,0
	Contro vert / Inizio	-34,4	-0,3	0,1	0,0	-0,2	0,2
	Contro1 / Inizio	-25,4	-3,0	3,0	0,0	4,9	4,9
CC 10	IPE300 up / Fine	43,3	-0,3	-3,6	0,0	0,4	0,0
	IPE360 / Fine	-36,8	0,5	-24,5	0,0	2,9	0,1
	IPE300 / Inizio	-14,2	0,0	-12,2	0,0	-1,5	0,0
	IPE300 down / Inizio	-54,1	-1,0	-5,8	0,0	-0,7	0,1
	Contro 3 / Fine	17,4	-0,7	0,7	0,0	-1,3	-1,3
	Contro2 / Fine	36,5	-2,3	2,3	0,0	-4,1	-4,1
	Contro vert / Inizio	-18,5	-0,2	0,1	0,0	-0,1	0,1
	Contro1 / Inizio	-17,4	-3,1	3,1	0,0	5,1	5,1
CC 13	IPE300 up / Fine	11,7	-0,4	-3,5	0,0	0,4	0,0
	IPE360 / Fine	22,0	-0,5	-27,3	0,0	3,3	-0,1
	IPE300 / Inizio	22,7	0,1	-11,8	0,0	-1,4	0,0
	IPE300 down / Inizio	-16,0	-2,9	-5,8	-0,1	-0,7	0,4

	Contro 3 / Fine	22,7	-1,3	1,3	0,0	-3,0	-3,0
	Contro2 / Fine	4,3	-1,4	1,4	0,0	-2,2	-2,2
	Contro vert / Inizio	-15,8	-0,2	0,1	0,0	-0,2	0,2
	Contro1 / Inizio	-7,0	-1,6	1,6	0,0	2,5	2,5
CC 16	IPE300 up / Fine	44,1	-0,7	-3,6	0,0	0,4	-0,1
	IPE360 / Fine	3,3	-0,2	-26,2	0,0	3,1	0,0
	IPE300 / Inizio	17,6	0,1	-11,9	0,0	-1,4	0,0
	IPE300 down / Inizio	-54,4	-4,2	-5,8	-0,1	-0,7	0,5
	Contro 3 / Fine	38,7	-1,1	1,1	0,0	-2,3	-2,3
	Contro2 / Fine	29,6	-1,7	1,7	0,0	-2,9	-2,9
	Contro vert / Inizio	-33,0	-0,3	0,1	0,0	-0,3	0,3
	Contro1 / Inizio	-19,8	-2,2	2,2	0,0	3,5	3,5
CC 19	IPE300 up / Fine	-47,6	0,7	-3,6	0,0	0,4	0,1
	IPE360 / Fine	-6,2	0,1	-26,6	0,0	3,2	0,0
	IPE300 / Inizio	-17,1	-0,1	-11,9	0,0	-1,4	0,0
	IPE300 down / Inizio	53,5	4,2	-5,8	-0,1	-0,7	-0,5
	Contro 3 / Fine	-38,8	-1,1	1,1	0,0	-2,6	-2,6
	Contro2 / Fine	-30,4	-1,6	1,6	0,0	-2,7	-2,7
	Contro vert / Inizio	37,4	-0,1	0,3	0,0	0,3	-0,3
	Contro1 / Inizio	19,7	-2,0	2,0	0,0	3,1	3,1
CC 22	IPE300 up / Fine	-15,2	0,4	-3,6	0,0	0,4	0,0
	IPE360 / Fine	-24,8	0,4	-25,5	0,0	3,1	0,0
	IPE300 / Inizio	-22,2	-0,1	-12,0	0,0	-1,4	0,0
	IPE300 down / Inizio	15,1	2,9	-5,8	-0,1	-0,7	-0,3
	Contro 3 / Fine	-22,7	-0,9	0,9	0,0	-1,9	-1,9
	Contro2 / Fine	-5,1	-2,0	2,0	0,0	-3,4	-3,4
	Contro vert / Inizio	20,2	-0,1	0,2	0,0	0,2	-0,2
	Contro1 / Inizio	6,9	-2,5	2,5	0,0	4,1	4,1
CC 25	IPE300 up / Fine	-2,5	0,0	-5,0	0,0	0,6	0,0
	IPE360 / Fine	-2,1	0,0	-38,1	0,0	4,6	0,0
	IPE300 / Inizio	0,3	0,0	-17,0	0,0	-2,0	0,0
	IPE300 down / Inizio	-0,7	0,0	-8,2	-0,1	-1,0	0,0
	Contro 3 / Fine	0,0	-1,5	1,5	0,0	-3,5	-3,5
	Contro2 / Fine	-0,6	-2,4	2,4	0,0	-4,1	-4,1
	Contro vert / Inizio	3,2	-0,2	0,2	0,0	0,0	0,0
	Contro1 / Inizio	-0,1	-3,0	3,0	0,0	4,7	4,7

VERIFICA

Riassunto

Nome	Valore	Verifica Stato
Analisi	100,0%	OK
Piastre	0,3 < 5,0%	OK
Bulloni	94,6 < 100%	OK
Saldature	98,6 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

Piastre

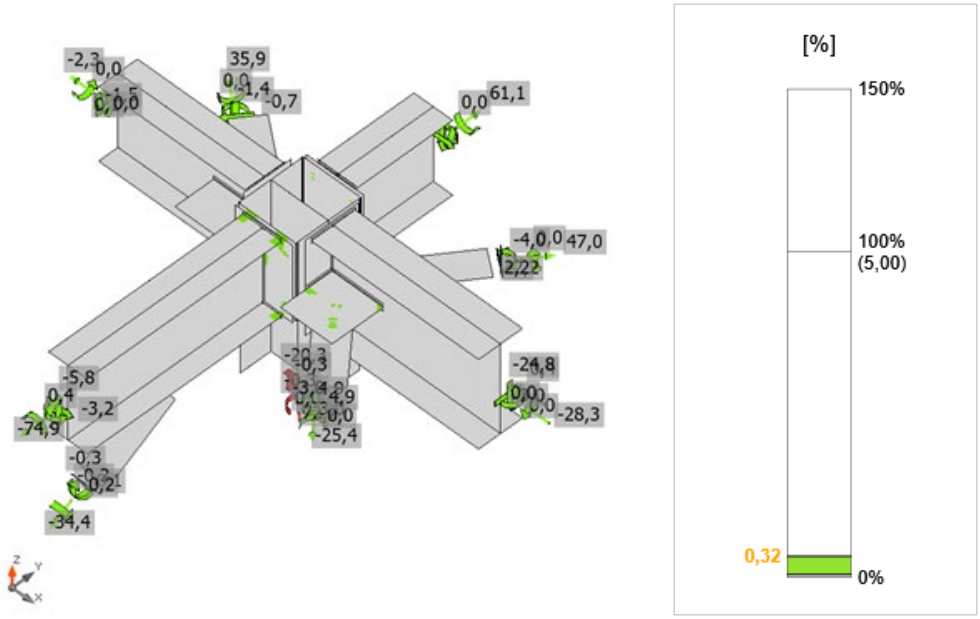
Nome	t_p [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Stato
IPE300 up-bfl 1	10,7	CC 7	147,6	0,0	0,0	OK
IPE300 up-tfl 1	10,7	CC 7	146,5	0,0	0,0	OK
IPE300 up-w 1	7,1	CC 7	26,2	0,0	0,0	OK
IPE360-bfl 1	12,7	CC 4	44,9	0,0	0,0	OK
IPE360-tfl 1	12,7	CC 16	72,4	0,0	0,0	OK
IPE360-w 1	8,0	CC 7	88,7	0,0	0,0	OK
HEB240-bfl 1	17,0	CC 4	146,5	0,0	12,8	OK
HEB240-tfl 1	17,0	CC 19	160,5	0,0	22,8	OK
HEB240-w 1	10,0	CC 4	172,2	0,0	0,0	OK
IPE300-bfl 1	10,7	CC 4	59,4	0,0	0,0	OK
IPE300-tfl 1	10,7	CC 25	50,6	0,0	0,0	OK
IPE300-w 1	7,1	CC 4	246,0	0,0	0,0	OK
IPE300 down-bfl 1	10,7	CC 7	215,7	0,0	0,0	OK
IPE300 down-tfl 1	10,7	CC 7	228,0	0,0	0,0	OK
IPE300 down-w 1	7,1	CC 7	53,6	0,0	0,0	OK
Contro 3-bfl 1	15,0	CC 4	275,2	0,1	228,5	OK
Contro 3-w 1	15,0	CC 4	275,5	0,2	0,0	OK
Contro2-bfl 1	15,0	CC 25	273,2	0,0	170,5	OK
Contro2-w 1	15,0	CC 25	275,3	0,1	0,0	OK
Contro vert-bfl 1	15,0	CC 19	220,8	0,0	0,0	OK
Contro vert-w 1	15,0	CC 19	216,5	0,0	67,0	OK
Contro1-bfl 1	15,0	CC 25	275,3	0,1	202,6	OK
Contro1-w 1	15,0	CC 25	275,6	0,3	0,0	OK
Conn IPE300	10,0	CC 25	269,5	0,0	50,6	OK
Conn IPE360	10,0	CC 16	243,8	0,0	7,1	OK
NERIPE360a	20,0	CC 25	275,2	0,1	63,9	OK
NERIPE360b	20,0	CC 4	275,2	0,1	64,5	OK
NERIPE300a	20,0	CC 4	208,5	0,0	0,0	OK
NERIPE300b	20,0	CC 4	275,1	0,1	119,7	OK
SEP1a	12,0	CC 7	275,7	0,3	18,8	OK
SEP1b	12,0	CC 4	275,3	0,1	68,9	OK
SEP2a	12,0	CC 7	255,1	0,0	10,6	OK
SEP2b	12,0	CC 4	257,6	0,0	43,8	OK
FP1	20,0	CC 4	275,2	0,1	14,8	OK

Dati Progetto

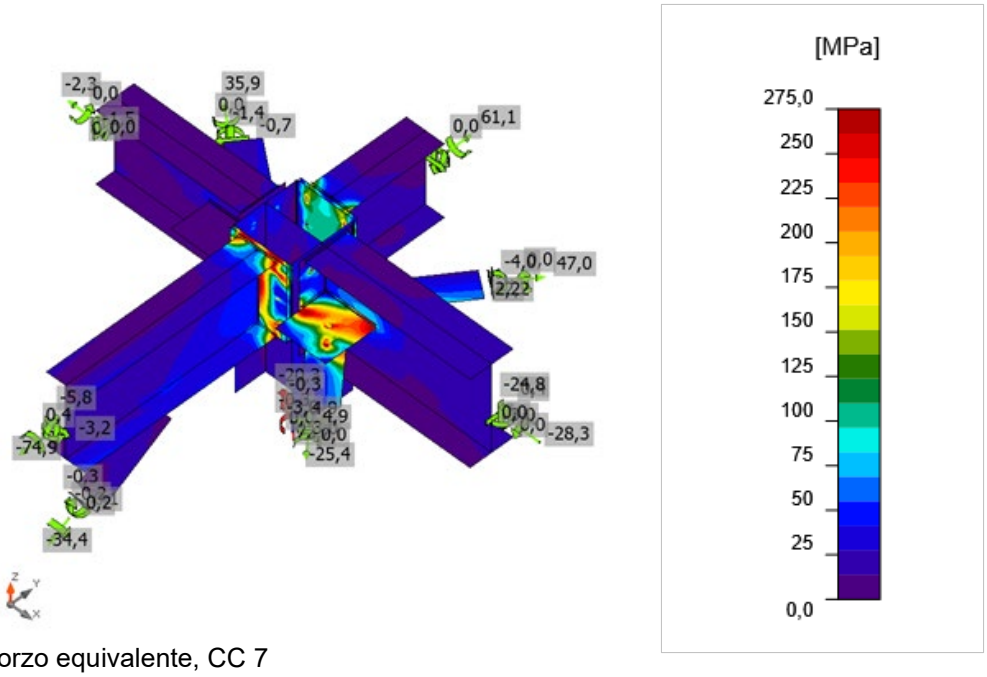
Materiale	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 275	275,0	5,0

Spiegazione dei simboli

t_p Spessore piastra
σ_{Ed} Sforzo equivalente
ε_{Pl} Deformazione Plastica
$\sigma_{c,Ed}$ Tensione di contatto
f_y Tensione di snervamento
ε_{lim} Limite di deformazione plastica



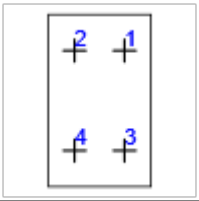
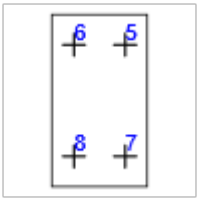
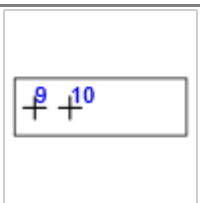
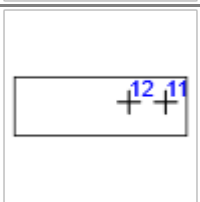
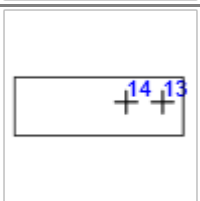
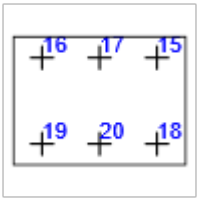
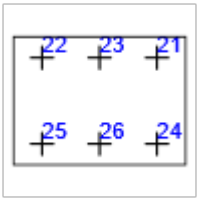
Verifica deformazione, CC 7

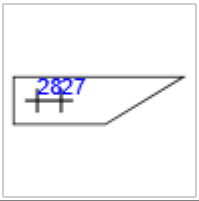


Sforzo equivalente, CC 7

Bulloni

Forma	Elemento	Classe	Carichi	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Dettagli costruttivi	Stato
	B1	M12 8.8 - 1	CC 16	4,7	7,5	103,2	9,6	23,0	29,9	OK	OK

	B2	M12 8.8 - 1	CC 25	20,2	8,4	103,2	41,6	26,0	55,7	OK	OK
	B3	M12 8.8 - 1	CC 4	2,3	12,5	103,2	4,8	38,7	42,1	OK	OK
	B4	M12 8.8 - 1	CC 4	2,7	14,5	103,2	5,6	44,9	48,9	OK	OK
	B5	M12 8.8 - 1	CC 25	9,9	10,4	103,2	20,4	32,1	46,7	OK	OK
	B6	M12 8.8 - 1	CC 25	11,4	11,0	103,2	23,6	34,1	50,9	OK	OK
	B7	M12 8.8 - 1	CC 4	2,5	10,7	103,2	5,2	33,2	36,9	OK	OK
	B8	M12 8.8 - 1	CC 7	2,2	11,3	103,2	4,5	35,0	38,3	OK	OK
	B9	M20 8.8 - 2	CC 25	21,6	63,0	225,9	15,3	67,0	77,9	OK	OK
	B10	M20 8.8 - 2	CC 25	48,3	66,0	213,9	34,2	70,1	94,6	OK	OK
	B11	M20 8.8 - 2	CC 25	17,0	54,8	186,8	12,0	58,2	66,8	OK	OK
	B12	M20 8.8 - 2	CC 25	43,6	57,2	222,1	30,9	60,8	82,8	OK	OK
	B13	M20 8.8 - 2	CC 4	28,2	63,2	186,8	20,0	67,1	81,4	OK	OK
	B14	M20 8.8 - 2	CC 4	56,2	61,5	253,0	39,8	65,3	93,8	OK	OK
	B15	M12 8.8 - 3	CC 7	34,0	5,6	115,9	70,0	17,4	67,4	OK	OK
	B16	M12 8.8 - 3	CC 7	21,4	6,1	123,8	44,0	18,9	50,3	OK	OK
	B17	M12 8.8 - 3	CC 7	9,6	6,0	118,9	19,7	18,5	32,5	OK	OK
	B18	M12 8.8 - 3	CC 7	33,7	4,6	116,6	69,4	14,1	63,6	OK	OK
	B19	M12 8.8 - 3	CC 7	24,9	5,9	123,8	51,3	18,2	54,9	OK	OK
	B20	M12 8.8 - 3	CC 7	9,5	5,3	123,5	19,6	16,4	30,4	OK	OK
	B21	M12 8.8 - 3	CC 7	15,6	2,2	115,9	32,2	6,7	29,7	OK	OK
	B22	M12 8.8 - 3	CC 7	17,8	2,7	115,9	36,6	8,2	34,4	OK	OK
	B23	M12 8.8 - 3	CC 7	5,3	2,4	115,9	10,8	7,4	15,2	OK	OK
	B24	M12 8.8 - 3	CC 7	17,6	2,2	115,9	36,3	6,7	32,6	OK	OK
	B25	M12 8.8 - 3	CC 7	16,0	2,3	116,1	32,9	7,3	30,8	OK	OK

	B26	M12 8.8 - 3	CC 7	5,2	2,2	115,9	10,8	6,9	14,6	OK	OK
	B27	M20 8.8 - 2	CC 4	13,6	33,3	247,4	9,6	35,4	42,3	OK	OK
	B28	M20 8.8 - 2	CC 4	18,0	31,2	196,1	12,8	33,1	42,3	OK	OK

Dati Progetto

Classe	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M12 8.8 - 1	48,6	123,3	32,4
M20 8.8 - 2	141,1	309,0	94,1
M12 8.8 - 3	48,6	148,0	32,4

Spiegazione dei simboli

$F_{t,Ed}$ Forza di trazione
$F_{v,Ed}$ Risultante delle forze di taglio del bullone Vy e Vz nei piani di taglio
$F_{b,Rd}$ Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t Utilizzo in trazione
Ut_s Utilizzo a taglio
Ut_{ts} Interazione di trazione e taglio EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$ Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$ Resistenza a taglio a punzonamento EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$ Resistenza a taglio dei bulloni EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Saldature

Elemento	Bordo	T_w [mm]	L [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_\perp$ [MPa]	$\tau_\perp$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Dettagli costruttivi	Stato
Conn IPE300	IPE300-bfl 1	◢ 5,0 ◣	150	CC 7	42,2	0,0	22,9	11,5	-16,9	10,4	9,8	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	150	CC 19	52,8	0,0	-26,9	20,2	16,8	13,1	12,1	OK	OK
Conn IPE300	IPE300-tfl 1	◢ 5,0 ◣	149	CC 25	41,2	0,0	-10,8	-1,1	22,9	10,2	6,8	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	150	CC 25	43,6	0,0	18,7	-9,0	20,9	10,8	10,6	OK	OK
Conn IPE300	IPE300-w 1	◢ 5,0 ◣	287	CC 25	78,5	0,0	9,8	8,4	44,2	19,4	10,8	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	287	CC 25	52,0	0,0	19,1	-27,9	-0,6	12,9	8,0	OK	OK

Conn IPE360	IPE360-bfl 1	◢ 5,0 ◣	170	CC 4	83,7	0,0	-41,7	-16,1	38,7	20,7	15,1	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	169	CC 19	51,1	0,0	-25,5	17,4	18,8	12,6	9,6	OK	OK
Conn IPE360	IPE360-tfl 1	◢ 5,0 ◣	169	CC 16	59,0	0,0	-14,6	-10,9	-31,1	14,6	9,0	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	170	CC 16	79,2	0,0	45,0	-20,7	-31,4	19,6	16,5	OK	OK
Conn IPE360	IPE360-w 1	◢ 5,0 ◣	345	CC 16	52,5	0,0	25,7	23,0	-13,0	13,0	9,2	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	345	CC 25	46,0	0,0	17,5	-15,6	18,9	11,4	10,4	OK	OK
Conn IPE360	NERIPE360a	◢ 5,0 ◣	98	CC 10	334,5	0,0	137,3	-43,9	-170,5	82,7	60,1	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	98	CC 25	396,9	0,2	-185,5	-132,0	-153,7	98,1	71,4	OK	OK
IPE360-w 1	NERIPE360a	◢ 5,0 ◣	199	CC 25	387,1	0,0	219,8	184,0	-1,7	95,7	62,7	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	199	CC 25	248,3	0,0	-158,2	107,2	26,8	61,4	42,1	OK	OK
Conn IPE360	NERIPE360b	◢ 5,0 ◣	98	CC 4	396,9	0,2	-152,2	98,0	187,6	98,1	72,4	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	98	CC 19	319,6	0,0	110,5	22,1	171,7	79,0	58,8	OK	OK
IPE360-w 1	NERIPE360b	◢ 5,0 ◣	198	CC 25	237,3	0,0	-148,0	-106,3	-12,9	58,6	38,5	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	198	CC 25	375,9	0,0	217,9	-176,3	-14,6	92,9	61,6	OK	OK
Conn IPE300	NERIPE300a	◢ 5,0 ◣	89	CC 4	315,5	0,0	-14,7	152,0	-100,0	78,0	58,2	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	89	CC 4	397,1	0,3	-237,6	-183,0	-15,2	98,1	77,6	OK	OK
IPE300-w 1	NERIPE300a	◢ 5,0 ◣	198	CC 4	234,6	0,0	-133,8	-100,6	-47,5	58,0	35,9	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	198	CC 4	115,6	0,0	63,5	-41,9	-36,8	28,6	20,8	OK	OK

Conn IPE300	NERIPE300b	◢ 5,0 ◣	89	CC 4	396,6	0,0	140,3	-115,0	-180,7	98,0	71,1	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	89	CC 4	317,5	0,0	-121,7	-93,5	-141,1	78,4	55,8	OK	OK
IPE300-w 1	NERIPE300b	◢ 5,0 ◣	199	CC 4	183,6	0,0	32,1	81,8	-64,9	45,9	30,0	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	199	CC 4	324,3	0,0	-229,6	131,7	-10,7	80,1	56,5	OK	OK
SEP1a	HEB240-tfl 1	◢ 5,0	299	CC 4	396,7	0,1	-192,1	178,1	91,8	98,0	62,8	OK	OK
SEP1a	HEB240-bfl 1	◢ 5,0	299	CC 4	306,6	0,1	-301,7	-1,1	-31,4	97,4	61,7	OK	OK
SEP1b	IPE300 down-bfl 1	◢ 5,0 ◣	150	CC 4	397,8	0,7	-161,5	-130,6	-164,3	98,3	84,9	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	150	CC 4	397,3	0,4	-92,2	137,1	176,1	98,2	79,9	OK	OK
SEP1b	IPE300 down-tfl 1	◢ 5,0 ◣	150	CC 4	398,3	1,0	-106,3	-143,2	169,1	98,4	90,7	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	150	CC 4	398,8	1,4	-166,0	137,2	-158,2	98,6	95,4	OK	OK
SEP1b	IPE300 down-w 1	◢ 5,0 ◣	287	CC 7	89,3	0,0	14,1	13,6	49,1	22,1	12,7	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	287	CC 7	83,3	0,0	13,9	-14,4	-45,2	20,6	12,8	OK	OK
SEP2a	HEB240-tfl 1	◢ 5,0	299	CC 4	314,3	0,0	-265,2	16,0	-96,1	85,7	40,4	OK	OK
SEP2a	HEB240-bfl 1	◢ 5,0	299	CC 4	246,7	0,0	19,2	-134,7	-44,9	60,9	38,3	OK	OK
SEP2b	IPE300 up-bfl 1	◢ 5,0 ◣	150	CC 4	396,7	0,1	-141,0	-116,1	-179,9	98,0	75,4	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	150	CC 4	370,9	0,0	-94,4	129,9	161,3	91,6	71,9	OK	OK
SEP2b	IPE300 up-tfl 1	◢ 5,0 ◣	150	CC 4	379,7	0,0	-93,2	-132,5	166,2	93,8	56,2	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	150	CC 4	396,8	0,1	-142,8	117,8	-178,3	98,0	64,5	OK	OK

SEP2b	IPE300 up-w 1	◢ 5,0 ◣	287	CC 7	38,3	0,0	19,3	19,0	2,5	9,5	6,2	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	287	CC 7	38,7	0,0	19,1	-19,4	0,0	9,6	6,2	OK	OK
IPE300 down-bfl 1	FP1	◢ 5,0 ◣	192	CC 19	264,1	0,0	208,5	55,1	-75,7	67,3	48,1	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	192	CC 4	397,1	0,3	-203,9	145,3	-132,6	98,1	73,2	OK	OK

Dati Progetto

Materiale	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 275	430,0	0,85	404,7	309,6

Spiegazione dei simboli

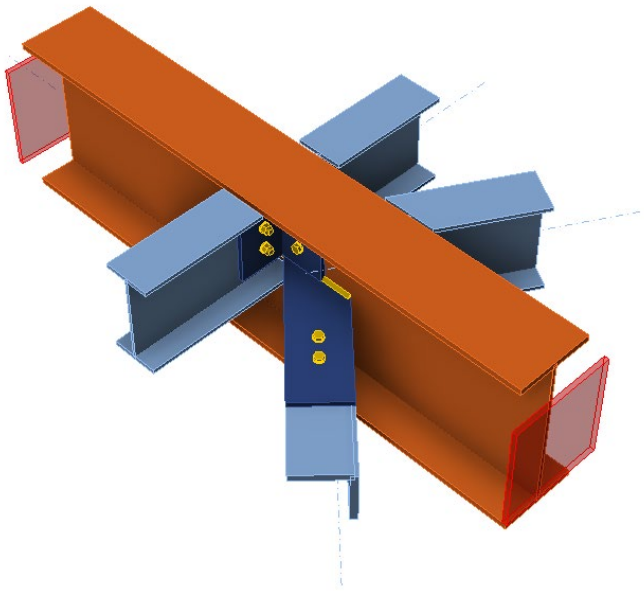
T_w	Spessore della gola a
L	Lunghezza
$\sigma_{w,Ed}$	Sforzo equivalente
ε_{Pl}	Deformazione
$\sigma_{\perp}$	Tensione perpendicolare
$\tau_{\perp}$	Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
$\tau_{\parallel}$	Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
Ut	Utilizzo
Ut_c	Stima della capacità della saldatura
◢	Saldatura riempita
f_u	Resistenza ultima della saldatura
β_w	Fattore di correlazione EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Resistenza sforzo equivalente
0.9 σ	Resistenza allo sforzo perpendicolare: 0.9*fu/γM2

Impostazioni codici

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
Coefficiente di sicurezza γ_{M0}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Coefficiente di sicurezza γ_{M1}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Coefficiente di sicurezza γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Coefficiente di sicurezza γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Coefficiente di sicurezza γ_C	1,50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Coefficiente di sicurezza γ_{Inst}	1,20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione βj	0,67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0,10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0,25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0,30	-	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0,05	-	EN 1993-1-5
Dettagli costruttivi	Si		
Distanza tra i bulloni [d]	2,20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3

Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1,20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Entrambi		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Usa il valore di αb calcolato nella verifica a rifollamento.	Si		EN 1993-1-8: scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	Si		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	Si		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

10.8. Verifica connessione trave - binario



Membrature

Geometria

Nome	Sezione	β – Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
IPE200 up	2 - IPE200	90,0	0,0	0,0	0	0	-100
IPE360	7 - IPE360	0,0	0,0	0,0	0	0	-180
Asta n. 3056 (-60 -69)	2 - IPE200	59,7	0,0	0,0	0	-150	-100
IPE200 down	2 - IPE200	90,0	0,0	0,0	0	0	-100
Asta n. 3044 (-60 -55)	9 - L120x15(L120)	-43,5	0,0	-180,0	0	-85	220

Sezioni

Nome	Materiale
2 - IPE200	S 275
7 - IPE360	S 275
9 - L120x15(L120)	S 275
5 - L110X10	S 275

Bulloni

Nome	Diametro [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Superficie lorda [mm^2]
M12 8.8	12	640,0	800,0	113

Effetti del carico (Equilibrio non richiesto)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
CC 1	IPE200 up / Fine	69,8	0,0	-4,1	0,0	0,0	0,0
	Asta n. 3056 (-60 -69) / Fine	12,0	-0,1	-4,9	0,0	0,0	0,0
	IPE200 down / Inizio	-70,5	0,1	-4,7	0,0	0,0	0,0
	Asta n. 3044 (-60 -55) / Fine	7,7	-0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
CC 4	IPE200 up / Fine	86,3	0,0	-4,1	0,0	0,0	0,0
	Asta n. 3056 (-60 -69) / Fine	9,4	-0,1	-4,9	0,0	0,0	0,0
	IPE200 down / Inizio	-87,1	0,0	-4,7	0,0	0,0	0,0
	Asta n. 3044 (-60 -55) / Fine	6,5	-0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
CC 7	IPE200 up / Fine	-84,8	0,0	-4,0	0,0	0,0	0,0
	Asta n. 3056 (-60 -69) / Fine	-9,4	0,1	-4,9	0,0	0,0	0,0
	IPE200 down / Inizio	85,8	-0,1	-4,6	0,0	0,0	0,0
	Asta n. 3044 (-60 -55) / Fine	-6,5	-0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
CC 10	IPE200 up / Fine	-68,4	0,0	-4,0	0,0	0,0	0,0
	Asta n. 3056 (-60 -69) / Fine	-12,0	0,1	-4,9	0,0	0,0	0,0
	IPE200 down / Inizio	69,2	-0,1	-4,6	0,0	0,0	0,0
	Asta n. 3044 (-60 -55) / Fine	-7,6	-0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
CC 13	IPE200 up / Fine	-3,6	0,0	-4,1	0,0	0,0	0,0
	Asta n. 3056 (-60 -69) / Fine	7,5	0,0	-4,9	0,0	0,0	0,0
	IPE200 down / Inizio	3,7	0,1	-4,7	0,0	0,0	0,0
	Asta n. 3044 (-60 -55) / Fine	4,0	-0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
CC 16	IPE200 up / Fine	-50,0	0,0	-4,0	0,0	0,0	0,0
	Asta n. 3056 (-60 -69) / Fine	1,1	0,1	-4,9	0,0	0,0	0,0
	IPE200 down / Inizio	50,5	0,1	-4,6	0,0	0,0	0,0
	Asta n. 3044 (-60 -55) / Fine	-0,2	-0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
CC 19	IPE200 up / Fine	51,4	0,0	-4,0	0,0	0,0	0,0
	Asta n. 3056 (-60 -69) / Fine	-1,1	-0,1	-4,9	0,0	0,0	0,0
	IPE200 down / Inizio	-51,8	-0,1	-4,7	0,0	0,0	0,0
	Asta n. 3044 (-60 -55) / Fine	0,2	-0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
CC 22	IPE200 up / Fine	5,0	0,0	-4,0	0,0	0,0	0,0
	Asta n. 3056 (-60 -69) / Fine	-7,5	0,0	-4,9	0,0	0,0	0,0
	IPE200 down / Inizio	-4,9	-0,1	-4,6	0,0	0,0	0,0
	Asta n. 3044 (-60 -55) / Fine	-4,0	-0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
CC 25	IPE200 up / Fine	1,0	0,0	-5,9	0,0	0,0	0,0
	Asta n. 3056 (-60 -69) / Fine	0,0	0,0	-7,1	0,0	0,0	0,0
	IPE200 down / Inizio	-0,9	0,0	-6,8	0,0	0,0	0,0
	Asta n. 3044 (-60 -55) / Fine	0,0	-0,7	0,7	0,0	0,0	0,0

VERIFICA

Riassunto

Nome	Valore	Verifica Stato
Analisi	100,0%	OK
Piastre	3,3 < 5,0%	OK

Bulloni	95,7 < 100%	OK
Saldature	95,3 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

Piastre

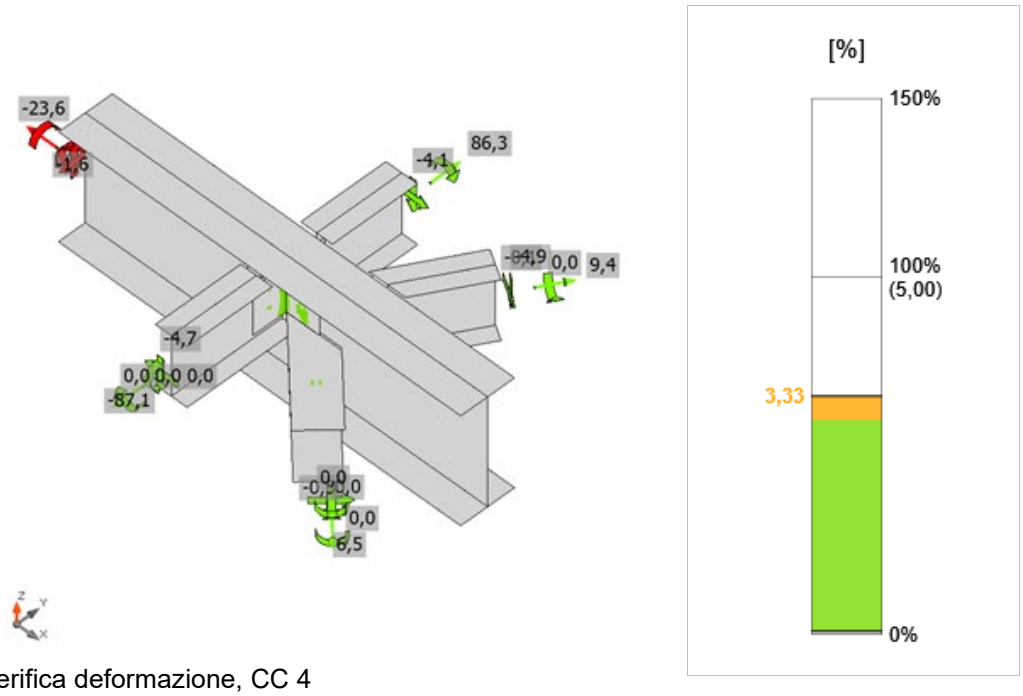
Nome	t_p [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Stato
IPE200 up-bfl 1	8,5	CC 4	38,7	0,0	0,0	OK
IPE200 up-tfl 1	8,5	CC 7	38,2	0,0	0,0	OK
IPE200 up-w 1	5,6	CC 4	281,6	3,1	28,6	OK
IPE360-bfl 1	12,7	CC 25	24,7	0,0	0,0	OK
IPE360-tfl 1	12,7	CC 10	51,6	0,0	0,0	OK
IPE360-w 1	8,0	CC 1	197,5	0,0	13,3	OK
Asta n. 3056 (-60 -69)-bfl 1	8,5	CC 25	17,5	0,0	0,0	OK
Asta n. 3056 (-60 -69)-tfl 1	8,5	CC 10	19,8	0,0	0,0	OK
Asta n. 3056 (-60 -69)-w 1	5,6	CC 25	260,6	0,0	21,3	OK
IPE200 down-bfl 1	8,5	CC 4	40,4	0,0	0,0	OK
IPE200 down-tfl 1	8,5	CC 7	39,8	0,0	0,0	OK
IPE200 down-w 1	5,6	CC 4	282,0	3,3	29,7	OK
Asta n. 3044 (-60 -55)-bfl 1	15,0	CC 1	74,0	0,0	13,5	OK
Asta n. 3044 (-60 -55)-w 1	15,0	CC 10	29,6	0,0	0,0	OK
COPRIGIUNTO1 a-bfl 1	10,0	CC 4	276,0	0,5	14,0	OK
COPRIGIUNTO1 a-w 1	10,0	CC 4	276,4	0,6	25,7	OK
COPRIGIUNTO1 b-bfl 1	10,0	CC 4	276,0	0,5	13,5	OK
COPRIGIUNTO1 b-w 1	10,0	CC 4	276,2	0,6	28,5	OK
COPRIGIUNTO1 c-bfl 1	10,0	CC 4	275,9	0,4	13,7	OK
COPRIGIUNTO1 c-w 1	10,0	CC 4	276,4	0,6	38,9	OK
COPRIGIUNTO1 d-bfl 1	10,0	CC 4	275,9	0,4	12,8	OK
COPRIGIUNTO1 d-w 1	10,0	CC 4	276,2	0,6	27,5	OK
FP1	10,0	CC 1	201,0	0,0	21,7	OK
FP2	10,0	CC 1	264,7	0,0	9,1	OK

Dati Progetto

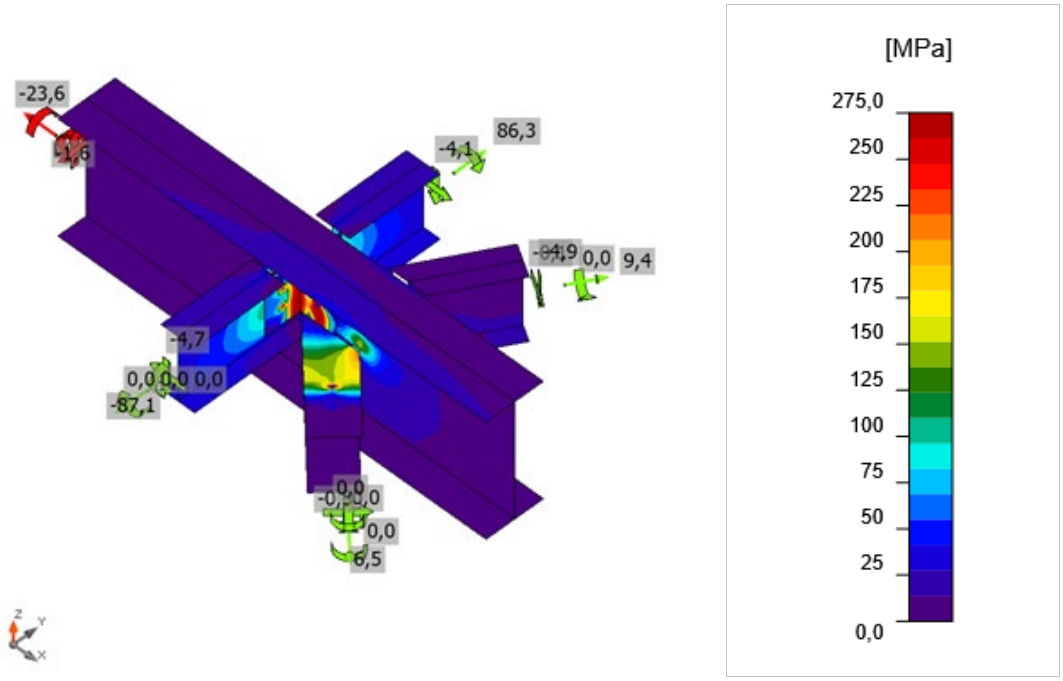
Materiale	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 275	275,0	5,0

Spiegazione dei simboli

t_p Spessore piastra
σ_{Ed} Sforzo equivalente
ε_{Pl} Deformazione Plastica
$\sigma_{c,Ed}$ Tensione di contatto
f_y Tensione di snervamento
ε_{lim} Limite di deformazione plastica



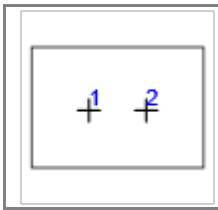
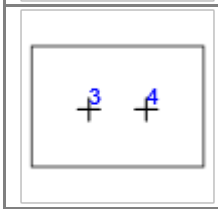
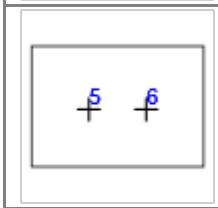
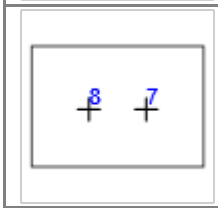
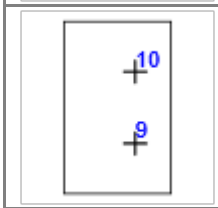
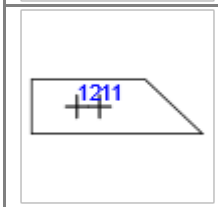
Verifica deformazione, CC 4



Sforzo equivalente, CC 4

Bulloni

Forma	Elemento	Classe	Carichi	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Dettagli costruttivi	Stato

	B1	M12 8.8 - 1	CC 7	2,1	24,2	57,8	4,2	83,8	77,9	OK	OK
	B2	M12 8.8 - 1	CC 4	13,4	24,6	57,8	27,7	85,0	95,7	OK	OK
	B3	M12 8.8 - 1	CC 7	2,1	23,6	57,8	4,4	81,7	76,2	OK	OK
	B4	M12 8.8 - 1	CC 4	14,1	24,0	57,8	29,1	83,0	94,9	OK	OK
	B5	M12 8.8 - 1	CC 4	37,4	3,0	82,6	77,1	9,3	64,4	OK	OK
	B6	M12 8.8 - 1	CC 4	37,8	2,9	82,6	77,9	8,8	64,4	OK	OK
	B7	M12 8.8 - 1	CC 4	37,5	2,7	82,6	77,2	8,2	63,3	OK	OK
	B8	M12 8.8 - 1	CC 4	37,8	3,3	82,6	77,8	10,1	65,7	OK	OK
	B9	M12 8.8 - 2	CC 25	4,0	21,2	37,0	8,2	65,4	71,3	OK	OK
	B10	M12 8.8 - 2	CC 25	3,3	21,2	57,8	6,9	65,5	70,4	OK	OK
	B11	M12 8.8 - 1	CC 1	10,4	7,5	103,2	21,3	23,1	38,3	OK	OK
	B12	M12 8.8 - 1	CC 1	0,3	6,6	103,2	0,5	20,5	20,9	OK	OK

Dati Progetto

Classe	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M12 8.8 - 1	48,6	123,3	32,4
M12 8.8 - 2	48,6	69,0	32,4

Spiegazione dei simboli

$F_{t,Ed}$ Forza di trazione
$F_{v,Ed}$ Risultante delle forze di taglio del bullone Vy e Vz nei piani di taglio
$F_{b,Rd}$ Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t Utilizzo in trazione
Ut_s Utilizzo a taglio
Ut_{ts} Interazione di trazione e taglio EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

$F_{t,Rd}$ Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$ Resistenza a taglio a punzonamento EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$ Resistenza a taglio dei bulloni EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Saldature

Elemento	Bordo	T_w [mm]	L [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_\perp$ [MPa]	$\tau_\perp$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Dettagli costruttivi	Stato
IPE360-w 1	FP1	◢ 5,0 ◣	119	CC 1	385,5	0,0	61,4	176,8	-130,5	95,3	45,2	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	119	CC 1	379,2	0,0	128,3	-107,0	176,1	93,7	48,5	OK	OK
IPE360-w 1	FP2	◢ 5,0 ◣	174	CC 1	159,9	0,0	71,3	74,3	36,1	39,5	23,3	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	174	CC 1	104,0	0,0	-48,2	51,1	14,7	25,7	17,0	OK	OK

Dati Progetto

Materiale	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 275	430,0	0,85	404,7	309,6

Spiegazione dei simboli

T_w Spessore della gola a
L Lunghezza
$\sigma_{w,Ed}$ Sforzo equivalente
ε_{Pl} Deformazione
$\sigma_\perp$ Tensione perpendicolare
$\tau_\perp$ Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
$\tau_{\parallel}$ Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
Ut Utilizzo
Ut_c Stima della capacità della saldatura
◢ Saldatura riempita
f_u Resistenza ultima della saldatura
β_w Fattore di correlazione EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$ Resistenza sforzo equivalente
0.9 σ Resistenza allo sforzo perpendicolare: 0.9*fu/γM2

Impostazioni codici

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
Coefficiente di sicurezza γ_{M0}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Coefficiente di sicurezza γ_{M1}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Coefficiente di sicurezza γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1: 6.1

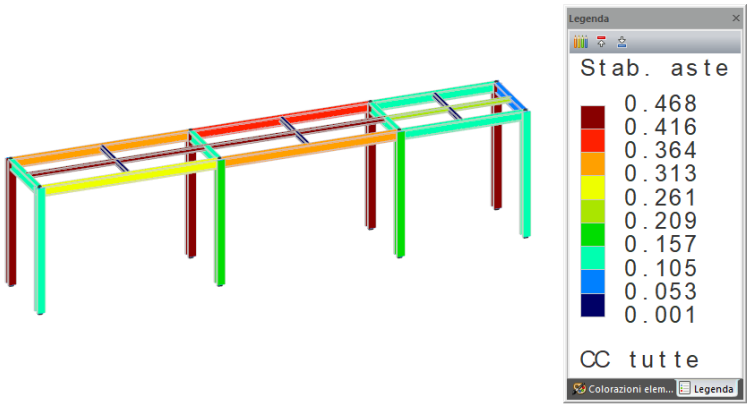
Coefficiente di sicurezza γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Coefficiente di sicurezza γ_C	1,50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Coefficiente di sicurezza γ_{Inst}	1,20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione βj	0,67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0,10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0,25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0,30	-	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0,05	-	EN 1993-1-5
Dettagli costruttivi	Si		
Distanza tra i bulloni [d]	2,20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1,20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Entrambi		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Usa il valore di αb calcolato nella verifica a rifollamento.	Si		EN 1993-1-8: scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	Si		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	Si		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

11. VERIFICHE ZONA B

Per rapida consultazione dell'esito delle verifiche condotte, si riportano i tassi di sfruttamento e in forma estesa le sole verifiche dell'elemento più sollecitato.

Tassi di sfruttamento a pressoflessione – Inviluppo di tutte le combinazioni

Tassi di sfruttamento a pressoflessione – Inviluppo di tutte le combinazioni



Verifica di stabilità – Inviluppo di tutte le combinazioni

11.1. Verifica pilastro HEB200

Simbologia

Φ_{LT}		= Coefficiente Φ per stabilità laterale membrature inflesse
Φ_y		= Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse y(c)
Φ_z		= Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse z(e)
α_{imp}		= Coefficiente di imperfezione
αmy, αmz, αLT		= Coefficienti correttivi per il momento flettente
β_{LT}		= Coefficiente per calcolo Φ_{LT}
χ_{LT}		= Coefficiente di riduzione per stabilità laterale membrature inflesse
χ_y		= Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse y(c)
χ_z		= Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse z(e)
δ	<cm>	= Spostamento relativo asta
λ^*_y		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse y(c)
λ^*_z		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse z(e)
λ_{LT}		= Coefficiente di imperfezione per stabilità laterale membrature inflesse
$\lambda_{LT,0}$		= Coefficiente di imperfezione di confronto per stabilità laterale membrature inflesse
λ_y		= Snellezza per inflessione intorno all'asse y(c)
λ_z		= Snellezza per inflessione intorno all'asse z(e)
$\sigma_{ID,max}$	<daN/cmq>	= Tensione ideale massima
σ_M	<daN/cmq>	= Tensione normale per momento flettente
σ_N	<daN/cmq>	= Tensione normale per sforzo normale
τ	<daN/cmq>	= Tensione tangenziale per taglio e/o torsione
ψ		= Coeff. di correzione momento critico per stabilità laterale membrature inflesse
Aeff	<cmq>	= Area effettiva per trazione
Anet	<cmq>	= Area netta per compressione
Area	<cmq>	= Area
Atag,y	<cmq>	= Area resistente a taglio in dir. Y
Atag,z	<cmq>	= Area resistente a taglio in dir. Z
CC		= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Cod.		= Codice
Curva		= Curva di instabilità adottata
D	<cm>	= Distanza
Fyk	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyt	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di rottura
Iy	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y
Iz	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z
Jω	<cm6>	= Costante di ingobbamento
Jy	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jz	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Z
Kyy, Kyz, Kzy, Kzz		= Coefficienti di interazione
L	<m>	= Lunghezza dell'asta
L_{cr}	<m>	= Lunghezza di libera inflessione laterale fra ritegni torsionali
M,cr	<daNm>	= Momento critico per instabilità flesso torsionale
MNy,c,Rd	<daNm>	= Resistenza di calcolo a pressoflessione intorno all'asse Y
Mx	<daNm>	= Momento torcente intorno all'asse X
My	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Y
My,Ed	<daNm>	= Momento flettente di calcolo intorno all'asse Y
My,V,c,Rd	<daNm>	= Resistenza di calcolo a flessione ridotta per taglio intorno all'asse Y
Mz	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Z
Mz,Ed	<daNm>	= Momento flettente di calcolo intorno all'asse Z
N	<daN>	= Sforzo normale
N,Ed	<daN>	= Forza assiale di calcolo
Nc,Rd	<daN>	= Resistenza a compressione
Ncr,y	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse y(c)
Ncr,z	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse z(e)
Sez.		= Numero della sezione
Tipo		= Tipo sezione Ls = L stondata Is = I stondata
Tp		= Tipo di acciaio
Ty	<daN>	= Taglio in dir. Y
Tz	<daN>	= Taglio in dir. Z
V,Ed	<daN>	= Forza di taglio di calcolo
Vc,Rd	<daN>	= Resistenza a taglio
Wy,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Y
Wymin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wz,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Z
Wzmin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
Xl	<m>	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
f		= Fattore di modifica per il coefficiente di riduzione
k_c		= Coeff. di correzione momento flettente per stabilità laterale membrature inflesse

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cmc>	Wzmin <cmc>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyt <daN/cmq>
1	HEB200	Is	--	78.08	78.08	78.08	5696.29	2003.37	8.54	5.07	569.63	200.34	S275 UNI EN 10025-2	2750.00	4300.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy,plas <cmc>	Wz,plas <cmc>	Atag,y <cmq>	Atag,z <cmq>	Jω <cm6>
1	HEB200	644.58	306.10	66.02	24.83	171125.00

Asta n. 6 (6 106) - Sez. 1 (HEB200) - Crit. 1

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SND Xl=0.00 - Classe 3
  Sollecitazioni: N=-1151.86 T_z=167.13 M_y=555.57 T_y=634.96 M_z=-2219.25 M_x=13.72

Tensioni: σ_N=-14.75 $\sigma_{m,d}$=-1205.29 τ=38.69 σ_{max}=-1220.04 (sfrut=0.47)
Tensioni: σ_N=-14.75 $\sigma_{m,d}$=115.20 τ=47.17 τ_{max}=47.17 (sfrut=0.03)
Tensioni: σ_N=-14.75 $\sigma_{m,d}$=-1205.29 τ=38.69 $\sigma_{ID,max}$=1221.88 (sfrut=0.47)

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 25 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=18.86
  V,Ed=18.86 Vc,Rd=37551.30 V,Ed/Vc,Rd=0.00

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 25 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-1644.63 T_z=18.86 M_y=23.29
  My,Ed=23.29 My,V,c,Rd=16881.90
  N,Ed=-1644.63 Nc,Rd=-204503.00 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.01 MNy,c,Rd=16881.90 My,Ed/MNy,c,Rd=0.00

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 1 SND - Classe 3
  Sollecitazioni: N,Ed=-1151.86 My,Ed=555.57 Mz,Ed=-2219.25 L=3.50
  αmy, αmz, αLT=0.95, 0.95, 0.95
  L_{cr}=3.50 Curva b: α_{imp}=0.34 k_c=0.94 ψ=1.73 M,cr=85401.40 λ_{LT}=0.43
  $\lambda_{LT,0}$=0.40 Φ_{LT}=0.57 β_{LT}=0.75 f=0.98 χ_{LT}=1.00
  λ_Y=40.98 Ncr,y=963773.00 λ^*_y=0.47 Curva b: Φ_y=0.66 χ_y=0.90
  λ_Z=69.10 Ncr,z=338957.00 λ^*_z=0.80 Curva c: Φ_z=0.96 χ_z=0.66
  Kyy, Kyz, Kzy, Kzz=0.95, 0.95, 0.76, 0.95
  Verifica YY: 0.01+0.04+0.40=0.45
  Verifica ZZ: 0.01+0.03+0.40=0.44

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 26
  δ=0.00 (L/207236)

11.2. Verifica trave IPE240

Simbologia

Φ_{LT}		= Coefficiente Φ per stabilità laterale membrature inflesse
Φ_y		= Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse y(c)
Φ_z		= Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse z(e)
α_{imp}		= Coefficiente di imperfezione
αmy, αmz, αLT		= Coefficienti correttivi per il momento flettente
β_{LT}		= Coefficiente per calcolo Φ_{LT}
χ_{LT}		= Coefficiente di riduzione per stabilità laterale membrature inflesse
χ_y		= Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse y(c)
χ_z		= Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse z(e)
λ^*_y		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse y(c)
λ^*_z		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse z(e)
λ_{LT}		= Coefficiente di imperfezione per stabilità laterale membrature inflesse
$\lambda_{LT,0}$		= Coefficiente di imperfezione di confronto per stabilità laterale membrature inflesse
λ_y		= Snellezza per inflessione intorno all'asse y(c)
λ_z		= Snellezza per inflessione intorno all'asse z(e)
$\sigma_{ID,max}$	<daN/cmq>	= Tensione ideale massima
σ_M	<daN/cmq>	= Tensione normale per momento flettente
σ_N	<daN/cmq>	= Tensione normale per sforzo normale
τ	<daN/cmq>	= Tensione tangenziale per taglio e/o torsione
ψ		= Coeff. di correzione momento critico per stabilità laterale membrature inflesse
Aeff	<cmq>	= Area effettiva per trazione
Anet	<cmq>	= Area netta per compressione
Area	<cmq>	= Area
Atag,y	<cmq>	= Area resistente a taglio in dir. Y
Atag,z	<cmq>	= Area resistente a taglio in dir. Z
CC		= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Cod.		= Codice
Curva		= Curva di instabilità adottata
D	<cm>	= Distanza
Fyk	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyt	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di rottura
Iy	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y
Iz	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z
$J\omega$	<cm6>	= Costante di ingobbamento
Jy	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jz	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Z
Kyy, Kyz, Kzy, Kzz		= Coefficienti di interazione
L	<m>	= Lunghezza dell'asta
L_{cr}	<m>	= Lunghezza di libera inflessione laterale fra ritegni torsionali
M,cr	<daNm>	= Momento critico per instabilità flesso torsionale
MNy,c,Rd	<daNm>	= Resistenza di calcolo a pressoflessione intorno all'asse Y
My	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Y
My,Ed	<daNm>	= Momento flettente di calcolo intorno all'asse Y
My,V,c,Rd	<daNm>	= Resistenza di calcolo a flessione ridotta per taglio intorno all'asse Y
Mz	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Z
Mz,Ed	<daNm>	= Momento flettente di calcolo intorno all'asse Z
N	<daN>	= Sforzo normale
N,Ed	<daN>	= Forza assiale di calcolo
Nc,Rd	<daN>	= Resistenza a compressione
Ncr,y	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse y(c)
Ncr,z	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse z(e)
Sez.		= Numero della sezione
Tipo		= Tipo sezione Ls = L stondata Is = I stondata
Tp		= Tipo di acciaio
Ty	<daN>	= Taglio in dir. Y
Tz	<daN>	= Taglio in dir. Z
V,Ed	<daN>	= Forza di taglio di calcolo
Vc,Rd	<daN>	= Resistenza a taglio
Wy,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Y
Wymin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wz,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Z
Wzmin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
Xl	<m>	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
f		= Fattore di modifica per il coefficiente di riduzione
$f_{z,L}$	<cm>	= Freccia in direzione Z locale
k_c		= Coeff. di correzione momento flettente per stabilità laterale membrature inflesse

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cmc>	Wzmin <cmc>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyt <daN/cmq>
3	IPE240	Is	--	39.12	39.12	39.12	3891.76	283.63	9.97	2.69	324.31	47.27	S275 UNI EN 10025-2	2750.00	4300.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy,plas <cmc>	Wz,plas <cmc>	Atag,y <cmq>	Atag,z <cmq>	$J\omega$ <cm6>
3	IPE240	368.53	74.08	27.31	19.14	37391.20

Asta n. 103 (-11 106) - Sez. 3 (IPE240) - Crit. 1

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 13 SND Xl=0.00 - Classe 3
  Sollecitazioni: N=-32.45 T_z=-2.64 M_y=-378.40 T_y=159.04 M_z=-381.70
  Tensioni: σ_N=-0.83 $\sigma_{m,d}$=-924.13 τ=0.00 σ_{max}=-924.96 (sfrut=0.35)

Tensioni: σ_N=-0.83 $\sigma_{m,d}$=-136.43 τ=9.17 τ_{max}=9.17 (sfrut=0.01)
Tensioni: σ_N=-0.83 $\sigma_{m,d}$=-924.13 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=924.96 (sfrut=0.35)

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 25 SLU Xl=2.40 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=-454.50
  V,Ed=-454.50 Vc,Rd=28950.20 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 25 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-19.65 T_z=-3.43 M_y=-549.51
  My,Ed=-549.51 My,V,c,Rd=9652.05
  N,Ed=-19.65 Nc,Rd=-102450.00 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.00 MNy,c,Rd=9652.05 My,Ed/MNy,c,Rd=0.06

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 13 SND - Classe 3
  Sollecitazioni: N,Ed=-32.45 My,Ed=-378.40 Mz,Ed=-381.70 L=2.50
  αmy, αmz, αLT=0.95, 0.95, 0.95
  L_{cr}=2.50 Curva b: α_{imp}=0.34 k_c=0.94 ψ=1.75 M,cr=24919.30 λ_{LT}=0.60
  $\lambda_{LT,0}$=0.40 Φ_{LT}=0.67 β_{LT}=0.75 f=0.97 χ_{LT}=0.94
  λ_Y=25.06 Ncr,y=1290580.00 λ^*_y=0.29 Curva a: Φ_y=0.55 χ_y=0.98
  λ_Z=92.84 Ncr,z=94058.80 λ^*_z=1.07 Curva b: Φ_z=1.22 χ_z=0.55
  Kyy, Kyz, Kzy, Kzz=0.95, 0.95, 0.76, 0.95
  Verifica YY: 0.00+0.04+0.29=0.34
  Verifica ZZ: 0.00+0.04+0.29=0.33

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 26
  $f_{Z,L}$=0.02 (L/10562)

11.3. Verifica trave IPE120

Simbologia

Φ_{LT}		= Coefficiente Φ per stabilità laterale membrature inflesse
Φ_y		= Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse y(c)
Φ_z		= Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse z(e)
α_{imp}		= Coefficiente di imperfezione
αmy, αmz, αLT		= Coefficienti correttivi per il momento flettente
β_{LT}		= Coefficiente per calcolo Φ_{LT}
χ_{LT}		= Coefficiente di riduzione per stabilità laterale membrature inflesse
χ_y		= Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse y(c)
χ_z		= Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse z(e)
λ^*_y		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse y(c)
λ^*_z		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse z(e)
λ_{LT}		= Coefficiente di imperfezione per stabilità laterale membrature inflesse
$\lambda_{LT,0}$		= Coefficiente di imperfezione di confronto per stabilità laterale membrature inflesse
λ_y		= Snellezza per inflessione intorno all'asse y(c)
λ_z		= Snellezza per inflessione intorno all'asse z(e)
$\sigma_{ID,max}$	<daN/cmq>	= Tensione ideale massima
σ_M	<daN/cmq>	= Tensione normale per momento flettente
σ_N	<daN/cmq>	= Tensione normale per sforzo normale
τ	<daN/cmq>	= Tensione tangenziale per taglio e/o torsione
ψ		= Coeff. di correzione momento critico per stabilità laterale membrature inflesse
Aeff	<cmq>	= Area effettiva per trazione
Anet	<cmq>	= Area netta per compressione
Area	<cmq>	= Area
Atag,y	<cmq>	= Area resistente a taglio in dir. Y
Atag,z	<cmq>	= Area resistente a taglio in dir. Z
CC		= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Cod.		= Codice
Curva		= Curva di instabilità adottata
D	<cm>	= Distanza
Fyk	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyt	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di rottura
Iy	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y
Iz	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z
Jω	<cm6>	= Costante di ingobbamento
Jy	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jz	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Z
Kyy, Kyz, Kzy, Kzz		= Coefficienti di interazione
L	<m>	= Lunghezza dell'asta
L_{cr}	<m>	= Lunghezza di libera inflessione laterale fra ritegni torsionali
M,cr	<daNm>	= Momento critico per instabilità flesso torsionale
My	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Y
My,Ed	<daNm>	= Momento flettente di calcolo intorno all'asse Y
My,V,c,Rd	<daNm>	= Resistenza di calcolo a flessione ridotta per taglio intorno all'asse Y
Mz	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Z
Mz,Ed	<daNm>	= Momento flettente di calcolo intorno all'asse Z
N	<daN>	= Sforzo normale
N,Ed	<daN>	= Forza assiale di calcolo
Ncr,y	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse y(c)
Ncr,z	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse z(e)
Sez.		= Numero della sezione
Tipo		= Tipo sezione

```
                                Ls = L stondata
                                Is = I stondata
Tp                             = Tipo di acciaio
Ty                  <daN>      = Taglio in dir. Y
Tz                  <daN>      = Taglio in dir. Z
V,Ed                <daN>      = Forza di taglio di calcolo
Vc,Rd               <daN>      = Resistenza a taglio
Wy,plas             <cmc>      = Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Y
Wymin               <cmc>      = Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wz,plas             <cmc>      = Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Z
Wzmin               <cmc>      = Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
Xl                  <m>        = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
f                              = Fattore di modifica per il coefficiente di riduzione
fz,G                <cm>       = Freccia in direzione Z globale
kc                             = Coeff. di correzione momento flettente per stabilità laterale membrature inflesse
```

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cmc>	Wzmin <cmc>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyt <daN/cmq>
2	IPE120	Is	--	13.21	13.21	13.21	317.76	27.67	4.90	1.45	52.96	8.65	S275 UNI EN 10025-2	2750.00	4300.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy,plas <cmc>	Wz,plas <cmc>	Atag,y <cmq>	Atag,z <cmq>	Jω <cm6>
2	IPE120	60.93	13.60	9.10	6.31	889.59

Asta n. 302 (-6 -7) - Sez. 2 (IPE120) - Crit. 1

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 13 SND Xl=2.50 - Classe 3
  Sollecitazioni: N=24.57 T_z=5.02 M_y=-356.43 T_y=-16.01 M_z=-40.03
  Tensioni: σ_N=1.86 $\sigma_{m,d}$=1136.04 τ=0.00 σ_{max}=1137.90 (sfrut=0.43)
  Tensioni: σ_N=1.86 $\sigma_{m,d}$=469.24 τ=2.73 τ_{max}=2.73 (sfrut=0.00)
  Tensioni: σ_N=1.86 $\sigma_{m,d}$=1136.04 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=1137.90 (sfrut=0.43)

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 25 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=414.15
  V,Ed=414.15 Vc,Rd=9535.17 V,Ed/Vc,Rd=0.04

- Verifica a flessione e taglio YY[4.2.32] - CC 25 SLU Xl=2.50 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=6.53 M_y=-525.85
  My,Ed=-525.85 My,V,c,Rd=1595.68 My,Ed/My,V,c,Rd=0.33

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 22 SND - Classe 3
  Sollecitazioni: N,Ed=-24.84 My,Ed=-356.42 Mz,Ed=40.03 L=2.50
  αmy, αmz, αLT=0.95, 0.95, 0.95
  L_{cr}=2.50 Curva b: α_{imp}=0.34 k_c=0.94 ψ=1.75 M,cr=2072.80 λ_{LT}=0.84
  $\lambda_{LT,0}$=0.40 Φ_{LT}=0.84 β_{LT}=0.75 f=0.97 χ_{LT}=0.82
  λ_Y=50.97 Ncr,y=105375.00 λ^*_y=0.59 Curva a: Φ_y=0.71 χ_y=0.89
  λ_Z=172.75 Ncr,z=9175.30 λ^*_z=1.99 Curva b: Φ_z=2.78 χ_z=0.21
  Kyy, Kyz, Kzy, Kzz=0.95, 0.95, 0.76, 0.95
  Verifica YY: 0.00+0.30+0.17=0.47
  Verifica ZZ: 0.00+0.24+0.17=0.41

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 26
  $f_{Z,G}$=0.30 (L/836)

11.4. Verifica spostamenti

Si procede di seguito alla verifica degli spostamenti verticali e laterali agli stati limite di esercizio, secondo quanto indicato al capitolo 4.2.4.2 delle NTC2018.

Tab. 4.2.XII - *Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie*

Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{max}}{L}$	$\frac{\delta_2}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	

In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.

Tab. 4.2.XIII - *Limiti di deformabilità per costruzioni ordinarie soggette ad azioni orizzontali*

Tipologia dell'edificio	Limiti superiori per gli spostamenti orizzontali	
	$\frac{\delta}{h}$	$\frac{\Delta}{H}$
Edifici industriali monopiano senza carroponte	$\frac{1}{150}$	/
Altri edifici monopiano	$\frac{1}{300}$	/
Edifici multipiano	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{500}$

In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.

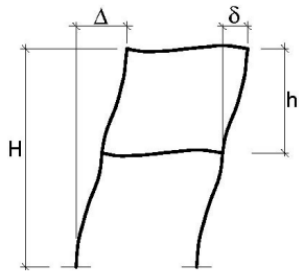


Fig. 4.2.4 - *Definizione degli spostamenti orizzontali per le verifiche in esercizio*

Limiti superiori per gli spostamenti verticali

Solai in generale→ 5000 mm / 250= 20 mm > Sz= 14 mm

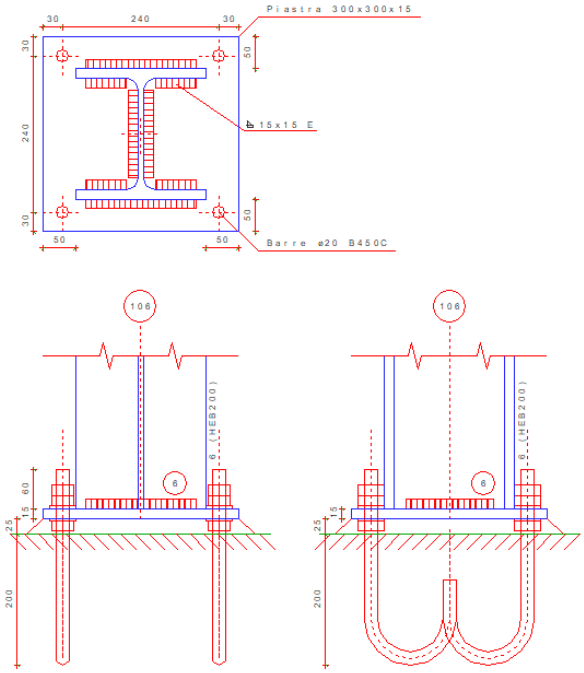
Nodo	CC	TCC	Sx <m>	Sy <m>	Sz <m>	Rx <rad>	Ry <rad>	Rz <rad>
-7	1	SND	0.03067	0.01207	-0.01402	0.00013	-0.00001	-0.00064
-7	2	SLD	0.01548	0.00606	-0.01402	0.00006	-0.00000	-0.00034
-7	3	SLO	0.01023	0.00376	-0.01402	0.00003	-0.00000	-0.00021
-7	4	SND	0.03067	-0.01206	-0.01401	-0.00016	-0.00000	0.00064
-7	5	SLD	0.01548	-0.00605	-0.01401	-0.00009	-0.00000	0.00033
-7	6	SLO	0.01023	-0.00374	-0.01401	-0.00006	-0.00000	0.00021
-7	7	SND	-0.03067	0.01207	-0.01402	0.00013	-0.00000	-0.00064
-7	8	SLD	-0.01548	0.00606	-0.01402	0.00006	-0.00000	-0.00034
-7	9	SLO	-0.01023	0.00376	-0.01402	0.00003	-0.00000	-0.00021
-7	10	SND	-0.03067	-0.01206	-0.01401	-0.00016	-0.00000	0.00064
-7	11	SLD	-0.01548	-0.00605	-0.01401	-0.00009	-0.00000	0.00033
-7	12	SLO	-0.01023	-0.00374	-0.01401	-0.00006	-0.00000	0.00021
-7	13	SND	0.00920	0.04022	-0.01404	0.00047	-0.00001	-0.00213
-7	14	SLD	0.00464	0.02019	-0.01403	0.00023	-0.00001	-0.00112
-7	15	SLO	0.00307	0.01251	-0.01402	0.00014	-0.00001	-0.00069

Limiti superiori per gli spostamenti orizzontali

Altri edifici monopiano → 3400 mm / 300= 11.3 mm = Sy= 0.01 mm

Nodo	CC	TCC	Sx <m>	Sy <m>	Sz <m>	Rx <rad>	Ry <rad>	Rz <rad>
-7	26	SLE R	-0.00000	0.00001	-0.01401	-0.00001	-0.00000	-0.00000
-7	27	SLE F	-0.00000	0.00001	-0.01401	-0.00001	-0.00000	-0.00000
-7	28	SLE Q	-0.00000	0.00001	-0.01401	-0.00001	-0.00000	-0.00000
-12	1	SND	0.04262	0.01207	-0.00116	-0.00129	-0.00076	-0.00132
-12	2	SLD	0.02150	0.00606	-0.00116	-0.00064	-0.00038	-0.00068
-12	3	SLO	0.01422	0.00376	-0.00116	-0.00039	-0.00025	-0.00044
-12	4	SND	0.04262	-0.01206	-0.00116	0.00132	-0.00076	-0.00030
-12	5	SLD	0.02151	-0.00605	-0.00116	0.00067	-0.00038	-0.00014
-12	6	SLO	0.01422	-0.00374	-0.00116	0.00042	-0.00025	-0.00011
-12	7	SND	-0.04262	0.01207	-0.00116	-0.00129	0.00076	0.00030
-12	8	SLD	-0.02151	0.00606	-0.00116	-0.00064	0.00038	0.00014
-12	9	SLO	-0.01422	0.00376	-0.00116	-0.00039	0.00025	0.00010
-12	10	SND	-0.04262	-0.01206	-0.00116	0.00132	0.00076	0.00132
-12	11	SLD	-0.02151	-0.00605	-0.00116	0.00067	0.00038	0.00068
-12	12	SLO	-0.01422	-0.00374	-0.00116	0.00042	0.00025	0.00044

11.5. Verifica connessione alla base pilastro



Collegamento 0006_0106

Simbologia

S_T	<daN/cmq>	= Somma tensioni nel cordone di saldatura
a		= Coefficiente a
s	<daN/cmq>	= Tensione normale
s_{ID}	<daN/cmq>	= Tensione ideale nel cordone di saldatura
s_O	<daN/cmq>	= Tensione normale ortogonale all'asse del cordone di saldatura
s_c	<daN/cmq>	= Tensione nel calcestruzzo
t	<daN/cmq>	= Tensione tangenziale
t_O	<daN/cmq>	= Tensione tangenziale ortogonale all'asse del cordone di saldatura
t_P	<daN/cmq>	= Tensione tangenziale parallela all'asse del cordone di saldatura
Bb,Rd,p	<daN>	= Resistenza a punzonamento lato piastra
Bnetta	<mm>	= Larghezza sezione al netto di eventuali fori
Bp,Ed,p	<daN>	= Azione di punzonamento di progetto lato piastra
CB		= Classe del bullone
D0	<mm>	= Diametro nominale del foro di alloggiamento del bullone
Fb,Ed,p	<daN>	= Azione di rifollamento di progetto lato piastra
Fb,Rd,p	<daN>	= Resistenza a rifollamento lato piastra
Ft,Ed	<daN>	= Trazione nei bulloni
Ft,Rd	<daN>	= Resistenza a trazione del bullone
Ftb	<daN/cmq>	= Tensione di rottura dei bulloni
Fv,Ed	<daN>	= Taglio nei bulloni
Fv,Rd	<daN>	= Resistenza a taglio del bullone
Fyb	<daN/cmq>	= Tensione di snervamento dei bulloni
Fyk	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyt	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di rottura
Hnetta	<mm>	= Altezza sezione al netto di eventuali fori
Int. V-T		= Controllo interazione taglio/trazione [4.2.71]
K		= Coefficiente K
LT	<m>	= Lunghezza tirafondi
Mx_1	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse X locale
My	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Y del collegamento
My_1	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Y locale
Mz	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Z del collegamento
N	<daN>	= Sforzo normale agente sul collegamento
N_1	<daN>	= Sforzo normale in direzione Z locale
NO	<daN>	= Azione che genera tensione normale ortogonale
RT	<daN>	= Resistenza tirafondi
TO	<daN>	= Azione che genera tensione tangenziale ortogonale
TP	<daN>	= Azione che genera tensione tangenziale parallela
Tp		= Tipo di acciaio
Tx_1	<daN>	= Taglio in direzione X locale
Ty	<daN>	= Taglio in direzione Y agente sul collegamento
Ty_1	<daN>	= Taglio in direzione Y locale
Tz	<daN>	= Taglio in direzione Z agente sul collegamento
e1	<mm>	= Distanza e1
e2	<mm>	= Distanza e2

Piastra 300.00 x 300.00 s=15.00 - 4 Tirafondi f 20 - Profondità di infissione: 200.00
2 righe ad interasse 240.00

2 colonne ad interasse 240.00
Altezza di gola saldature: anima 10.61 - ala 10.61

Caratteristiche meccaniche

Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyt <daN/cmq>	CB	Fyb <daN/cmq>	Ftb <daN/cmq>
S275 UNI EN 10025-2	2750.00	4300.00	8.8	6400.00	8000.00

Tirafondi e calcestruzzo
CC 1 SND Asta n. 6 (6 106)
Azioni sul collegamento: N=-1150.38 Ty=-634.96 Tz=-167.13 My=-551.39 Mz=-2203.38
Sollecitazioni agenti localmente: Tx_1=-634.96 Ty_1=-167.13 N_1=-1150.38 Mx_1=-551.39 My_1=-2203.38
Taglio nei bulloni: Fv,Ed=164.15 Fv,Rd=12063.70
Rifollamento lato piastra: e1=31.02 e2=31.02 e2=117.86 D0=21.00 a=0.00 K=0.00 Fb,Ed,p=164.15 Fb,Rd,p=12380.20
Trazione nei bulloni: Ft,Ed=5309.83 Ft,Rd=14112.00
Punzonamento lato piastra: Bp,Ed,p=5309.83 Bb,Rd,p=38905.50
Int. V-T=0.28
Tirafondi:LT=0.49 (0.39) RT=7266.18
Compressione nel calcestruzzo: s_c=83.20
CC 4 SND Asta n. 6 (6 106)
Azioni sul collegamento: N=-1150.38 Ty=-634.96 Tz=141.34 My=520.21 Mz=-2203.37
Sollecitazioni agenti localmente: Tx_1=-634.96 Ty_1=141.34 N_1=-1150.38 Mx_1=520.21 My_1=-2203.37
Taglio nei bulloni: Fv,Ed=162.62 Fv,Rd=12063.70
Rifollamento lato piastra: e1=30.73 e2=30.73 e2=276.61 D0=21.00 a=0.00 K=0.00 Fb,Ed,p=162.62 Fb,Rd,p=12072.40
Trazione nei bulloni: Ft,Ed=5256.06 Ft,Rd=14112.00
Punzonamento lato piastra: Bp,Ed,p=5256.06 Bb,Rd,p=38905.50
Int. V-T=0.28
Tirafondi:LT=0.49 (0.39) RT=7266.18
Compressione nel calcestruzzo: s_c=82.03

Saldatura profilo-piastra
CC 1 SND Asta n. 6 (6 106)
Azioni sul collegamento: N=-1150.38 Ty=-634.96 Tz=-167.13 My=-551.39 Mz=-2203.38
Sollecitazioni agenti localmente: Tx_1=-634.96 Ty_1=-167.13 N_1=-1150.38 Mx_1=551.39 My_1=2203.38
Azioni sul cordone: TP=125.81 TO=33.12 NO=-227.93
Tensioni nel cordone: t_P=6.98 t_O=1.84 s_O=1172.68 s_{ID}=1172.70 S_T=1174.51
CC 13 SND Asta n. 6 (6 106)
Azioni sul collegamento: N=-1150.38 Ty=-190.50 Tz=-527.02 My=-1801.60 Mz=-661.04
Sollecitazioni agenti localmente: Tx_1=-190.50 Ty_1=-527.02 N_1=-1150.38 Mx_1=1801.60 My_1=661.04
Azioni sul cordone: TP=37.74 TO=104.42 NO=-227.93
Tensioni nel cordone: t_P=2.09 t_O=5.79 s_O=628.31 s_{ID}=628.34 S_T=634.10

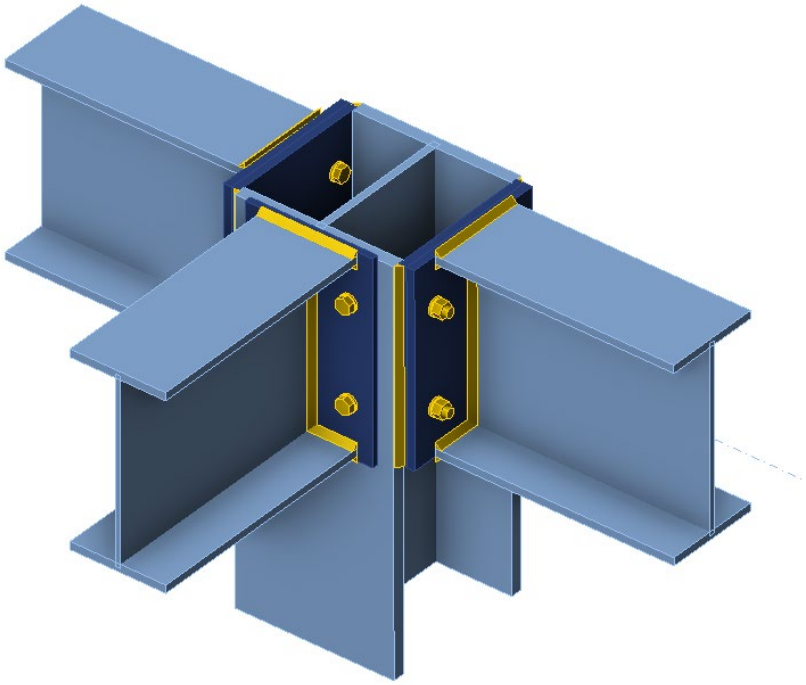
Flessione attacco superiore piastra
Bnetta=258.00 Hnetta=15.00
CC 13 SND Asta n. 6 (6 106)
Azioni sul collegamento: N=-1150.38 Ty=-190.50 Tz=-527.02 My=-1801.60 Mz=-661.04
Sollecitazioni agenti localmente: Ty_1=7324.31 Mx_1=146.49
Tensioni nella sezione: s=1514.07 t=189.26

Flessione attacco inferiore piastra
Bnetta=258.00 Hnetta=15.00
CC 19 SND Asta n. 6 (6 106)
Azioni sul collegamento: N=-1150.37 Ty=-190.49 Tz=501.23 My=1770.43 Mz=-661.03
Sollecitazioni agenti localmente: Ty_1=7195.39 Mx_1=143.91
Tensioni nella sezione: s=1487.42 t=185.93

Flessione attacco destro piastra
Bnetta=258.00 Hnetta=15.00
CC 1 SND Asta n. 6 (6 106)
Azioni sul collegamento: N=-1150.38 Ty=-634.96 Tz=-167.13 My=-551.39 Mz=-2203.38
Sollecitazioni agenti localmente: Ty_1=8949.77 My_1=179.00
Tensioni nella sezione: s=1850.08 t=231.26

Flessione attacco sinistro piastra
Bnetta=258.00 Hnetta=15.00
CC 7 SND Asta n. 6 (6 106)
Azioni sul collegamento: N=-1150.38 Ty=634.94 Tz=-167.13 My=-551.38 Mz=2203.31
Sollecitazioni agenti localmente: Ty_1=8949.49 My_1=178.99
Tensioni nella sezione: s=1850.02 t=231.25

11.6. Verifica connessione montante – travi



Geometria

Nome	Sezione	β – Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
IPE120	3 - IPE240	90,0	0,0	0,0	0	0	-120
IPE240 sx	3 - IPE240	0,0	0,0	0,0	0	0	-120
HEB200	1 - HEB200	0,0	90,0	90,0	0	0	0
IPE240 dx	3 - IPE240	0,0	0,0	0,0	0	0	-120

Sezioni

Nome	Materiale
3 - IPE240	S 275
1 - HEB200	S 275

Bulloni

Nome	Diametro [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Superficie lorda [mm^2]
M12 8.8	12	640,0	800,0	113

Effetti del carico (Equilibrio non richiesto)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
CC 1	IPE120 / Inizio	0,2	-1,3	-2,9	0,0	-0,3	0,1
	IPE240 sx / Inizio	0,6	0,5	-3,3	0,0	-0,3	0,0

	IPE240 dx / Fine	0,5	0,5	-3,3	0,0	0,3	0,1
CC 4	IPE120 / Inizio	0,1	-1,3	-2,9	0,0	-0,3	0,1
	IPE240 sx / Inizio	0,6	-0,5	-3,3	0,0	-0,3	0,0
	IPE240 dx / Fine	0,5	-0,5	-3,3	0,0	0,3	-0,1
CC 7	IPE120 / Inizio	0,2	1,3	-2,9	0,0	-0,3	-0,1
	IPE240 sx / Inizio	-0,3	0,5	-3,3	0,0	-0,3	0,0
	IPE240 dx / Fine	-0,8	0,5	-3,3	0,0	0,3	0,1
CC 10	IPE120 / Inizio	0,1	1,3	-2,9	0,0	-0,3	-0,1
	IPE240 sx / Inizio	-0,3	-0,5	-3,3	0,0	-0,3	0,0
	IPE240 dx / Fine	-0,7	-0,5	-3,3	0,0	0,3	-0,1
CC 13	IPE120 / Inizio	0,4	-0,4	-2,9	0,0	-0,3	0,0
	IPE240 sx / Inizio	0,3	1,6	-3,3	0,0	-0,3	-0,2
	IPE240 dx / Fine	0,0	1,8	-3,3	0,0	0,3	0,2
CC 16	IPE120 / Inizio	0,4	0,4	-2,9	0,0	-0,3	0,0
	IPE240 sx / Inizio	0,1	1,6	-3,3	0,0	-0,3	-0,2
	IPE240 dx / Fine	-0,4	1,8	-3,3	0,0	0,3	0,2
CC 19	IPE120 / Inizio	-0,1	-0,4	-2,9	0,0	-0,3	0,0
	IPE240 sx / Inizio	0,2	-1,6	-3,3	0,0	-0,3	0,2
	IPE240 dx / Fine	0,1	-1,8	-3,3	0,0	0,3	-0,2
CC 22	IPE120 / Inizio	-0,1	0,4	-2,9	0,0	-0,3	0,0
	IPE240 sx / Inizio	-0,1	-1,6	-3,3	0,0	-0,3	0,2
	IPE240 dx / Fine	-0,3	-1,8	-3,3	0,0	0,3	-0,2
CC 25	IPE120 / Inizio	0,2	0,0	-4,3	0,0	-0,4	0,0
	IPE240 sx / Inizio	0,2	0,0	-4,7	0,0	-0,5	0,0
	IPE240 dx / Fine	-0,2	0,0	-4,7	0,0	0,5	0,0

VERIFICA

Riassunto

Nome	Valore	Verifica Stato
Analisi	100,0%	OK
Piastre	0,0 < 5,0%	OK
Bulloni	3,9 < 100%	OK
Saldature	3,5 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

Piastre

Nome	t_p [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Stato
IPE120-bfl 1	9,8	CC 1	9,9	0,0	0,0	OK
IPE120-tfl 1	9,8	CC 10	9,7	0,0	0,0	OK
IPE120-w 1	6,2	CC 25	5,8	0,0	0,0	OK
IPE240 sx-bfl 1	9,8	CC 22	12,1	0,0	0,0	OK
IPE240 sx-tfl 1	9,8	CC 19	12,3	0,0	0,0	OK
IPE240 sx-w 1	6,2	CC 25	6,5	0,0	0,0	OK
HEB200-bfl 1	15,0	CC 1	9,5	0,0	0,0	OK
HEB200-tfl 1	15,0	CC 22	9,0	0,0	0,5	OK

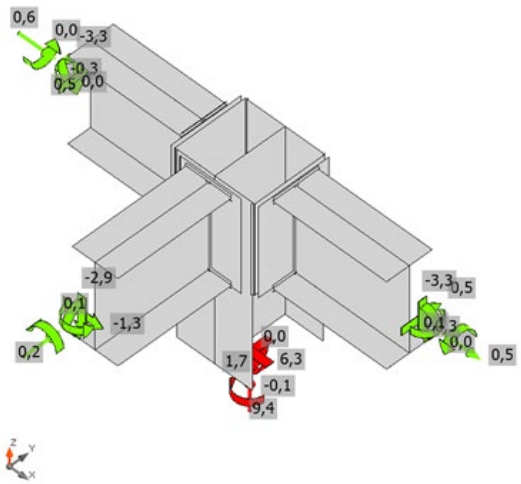
HEB200-w 1	9,0	CC 7	9,9	0,0	0,0	OK
IPE240 dx-bfl 1	9,8	CC 19	12,9	0,0	0,0	OK
IPE240 dx-tfl 1	9,8	CC 22	13,3	0,0	0,0	OK
IPE240 dx-w 1	6,2	CC 25	6,5	0,0	0,0	OK
Conn IPE240dxa	10,0	CC 4	10,7	0,0	0,7	OK
Conn IPE240dxb	10,0	CC 10	9,9	0,0	1,8	OK
Conn IPE240sxa	10,0	CC 25	10,0	0,0	0,8	OK
Conn IPE240sxb	10,0	CC 10	9,1	0,0	0,7	OK
Conn IPE120	8,0	CC 25	10,5	0,0	0,6	OK

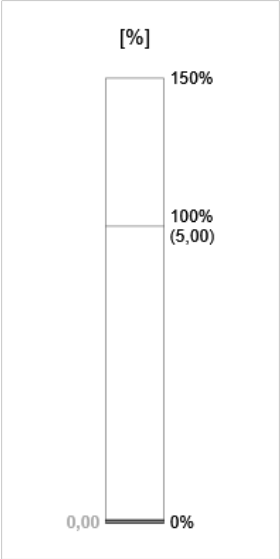
Dati Progetto

Materiale	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 275	275,0	5,0

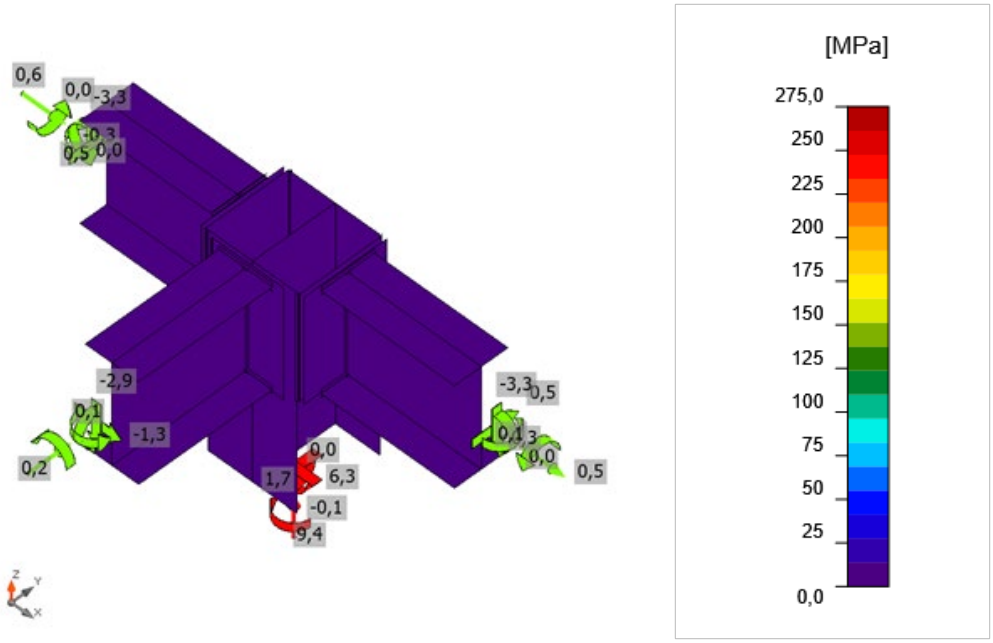
Spiegazione dei simboli

t_p Spessore piastra
σ_{Ed} Sforzo equivalente
ε_{Pl} Deformazione Plastica
$\sigma_{c,Ed}$ Tensione di contatto
f_y Tensione di snervamento
ε_{lim} Limite di deformazione plastica



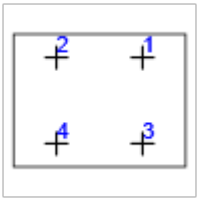
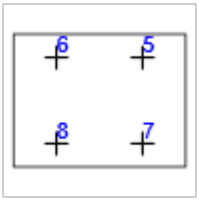
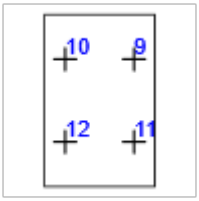


Verifica deformazione, CC 1



Sforzo equivalente, CC 1

Bulloni

Forma	Elemento	Classe	Carichi	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Dettagli costruttivi	Stato
	B1	M12 8.8 - 1	CC 25	0,0	1,2	103,2	0,0	3,6	3,7	OK	OK
	B2	M12 8.8 - 1	CC 25	0,1	1,2	103,2	0,3	3,7	3,9	OK	OK
	B3	M12 8.8 - 1	CC 25	0,0	1,2	103,2	0,0	3,7	3,7	OK	OK
	B4	M12 8.8 - 1	CC 25	0,1	1,2	103,2	0,3	3,7	3,9	OK	OK
	B5	M12 8.8 - 1	CC 25	0,0	1,2	103,2	0,0	3,6	3,7	OK	OK
	B6	M12 8.8 - 1	CC 25	0,1	1,2	103,2	0,3	3,7	3,9	OK	OK
	B7	M12 8.8 - 1	CC 25	0,0	1,2	103,2	0,0	3,7	3,7	OK	OK
	B8	M12 8.8 - 1	CC 25	0,1	1,2	103,2	0,3	3,7	3,9	OK	OK
	B9	M12 8.8 - 2	CC 25	0,1	1,1	82,6	0,2	3,3	3,4	OK	OK
	B10	M12 8.8 - 2	CC 25	0,1	1,1	82,6	0,2	3,3	3,4	OK	OK
	B11	M12 8.8 - 2	CC 25	0,2	1,1	82,6	0,3	3,3	3,6	OK	OK
	B12	M12 8.8 - 2	CC 25	0,2	1,1	82,6	0,3	3,3	3,6	OK	OK

Dati Progetto

Classe	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M12 8.8 - 1	48,6	123,3	32,4
M12 8.8 - 2	48,6	98,6	32,4

Spiegazione dei simboli

$F_{t,Ed}$ Forza di trazione
$F_{v,Ed}$ Risultante delle forze di taglio del bullone Vy e Vz nei piani di taglio
$F_{b,Rd}$ Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t Utilizzo in trazione
Ut_s Utilizzo a taglio
Ut_{ts} Interazione di trazione e taglio EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$ Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$ Resistenza a taglio a punzonamento EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$ Resistenza a taglio dei bulloni EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Saldature

Elemento	Bordo	T_w [mm]	L [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Dettagli costruttivi	Stato
Conn IPE240dxa	HEB200-tfl 1	◢ 5,0	239	CC 22	14,1	0,0	-6,7	-3,9	6,0	3,5	3,5	OK	OK
Conn IPE240dxa	HEB200-bfl 1	◢ 5,0	239	CC 13	13,6	0,0	-6,4	3,8	-5,8	3,4	3,4	OK	OK
Conn IPE240dxb	IPE240dx-bfl 1	◢ 5,0 ◣	120	CC 4	6,7	0,0	3,5	1,4	-3,0	1,6	0,0	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	120	CC 7	4,8	0,0	-1,6	2,2	-1,4	1,2	0,0	OK	OK
Conn IPE240dxb	IPE240dx-tfl 1	◢ 5,0 ◣	120	CC 10	7,9	0,0	-2,2	-3,5	-2,6	1,9	0,0	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	120	CC 10	10,9	0,0	-4,6	3,3	4,7	2,7	0,0	OK	OK
Conn IPE240dxb	IPE240dx-w 1	◢ 5,0 ◣	228	CC 25	4,0	0,0	0,0	0,0	-2,3	1,0	0,0	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	228	CC 25	4,0	0,0	0,0	0,0	2,3	1,0	0,0	OK	OK
Conn IPE240sxa	HEB200-tfl 1	◢ 5,0	239	CC 19	11,6	0,0	-5,3	-3,0	-5,1	2,9	2,9	OK	OK

Conn IPE240sx a	HEB200-bfl 1	◢ 5,0	239	CC 7	12,2	0,0	-5,5	2,8	5,6	3,0	3,0	OK	OK
Conn IPE240sx b	IPE240 sx-bfl 1	◢ 5,0 ◣	120	CC 10	6,1	0,0	3,2	1,3	2,7	1,5	0,0	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	120	CC 1	4,4	0,0	-1,6	2,0	1,3	1,1	0,0	OK	OK
Conn IPE240sx b	IPE240 sx-tfl 1	◢ 5,0 ◣	120	CC 4	7,0	0,0	-2,0	-3,1	2,4	1,7	0,0	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	120	CC 4	9,7	0,0	-4,1	3,0	-4,1	2,4	0,0	OK	OK
Conn IPE240sx b	IPE240 sx-w 1	◢ 5,0 ◣	228	CC 25	4,0	0,0	0,0	0,0	2,3	1,0	0,0	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	228	CC 25	4,0	0,0	0,0	0,0	-2,3	1,0	0,0	OK	OK
Conn IPE120	IPE120 -bfl 1	◢ 5,0 ◣	120	CC 19	5,5	0,0	-2,0	-1,1	-2,7	1,4	0,0	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	120	CC 4	4,3	0,0	-0,8	1,4	2,0	1,1	0,0	OK	OK
Conn IPE120	IPE120 -tfl 1	◢ 5,0 ◣	119	CC 10	4,1	0,0	0,7	0,6	2,2	1,0	0,0	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	120	CC 4	8,3	0,0	-4,1	2,5	-3,3	2,1	0,0	OK	OK
Conn IPE120	IPE120 -w 1	◢ 5,0 ◣	228	CC 4	3,6	0,0	0,0	0,0	2,1	0,9	0,0	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	228	CC 10	3,7	0,0	0,1	-0,2	-2,1	0,9	0,0	OK	OK

Dati Progetto

Materiale	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 275	430,0	0,85	404,7	309,6

Spiegazione dei simboli

T_w Spessore della gola a
L Lunghezza
$\sigma_{w,Ed}$ Sforzo equivalente
ε_{Pl} Deformazione
$\sigma_{\perp}$ Tensione perpendicolare
$\tau_{\perp}$ Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura

$\tau_{\|\|}$	Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
Ut	Utilizzo
Ut_c	Stima della capacità della saldatura
◢	Saldatura riempita
f_u	Resistenza ultima della saldatura
β_w	Fattore di correlazione EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Resistenza sforzo equivalente
0.9 σ	Resistenza allo sforzo perpendicolare: 0.9*fu/γM2

Impostazioni codici

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
Coefficiente di sicurezza γ_{M0}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Coefficiente di sicurezza γ_{M1}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Coefficiente di sicurezza γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Coefficiente di sicurezza γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Coefficiente di sicurezza γ_C	1,50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Coefficiente di sicurezza γ_{Inst}	1,20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione βj	0,67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0,10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0,25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0,30	-	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0,05	-	EN 1993-1-5
Dettagli costruttivi	Si		
Distanza tra i bulloni [d]	2,20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1,20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Entrambi		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Usa il valore di αb calcolato nella verifica a rifollamento.	Si		EN 1993-1-8: scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	Si		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	Si		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5